



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TIMO TORTINMÄKI
AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TIEDONKERUUN TOTEUTUS
PERUSTUEN TARVITTAVAAN INFORMAATIOON
Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari T Koskinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
28 helmikuuta 2018

TIIVISTELMÄ

TIMO TORTINMÄKI: Automaatiojärjestelmän tiedonkeruun toteutus perustuen tarvittavaan informaatioon

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 47 sivua, 6 liitesivua

Toukokuu 2018

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Tuotantotekniikka ja -automaatio

Tarkastaja: professori Kari T. Koskinen

Avainsanat: tiedonkeruu, automaatio

Käynnissä oleva teollisuuden neljäs vallankumous ja esineiden internet ovat ulottaneet tiedonkeruun kaikkialle. Anturoinnin lisääntyminen ja tiedonsiirron arkipäiväistyminen on tuonut tiedonkeruun myös kuluttajien arkipäivään. Tässä työssä keskitytään teollisuuden tiedonkeruuseen ja sen mielenkiintoiseen tulevaisuuteen.

Tämä työ koostuu sekä teoriaosuudesta että kokeellisesta osuudesta. Työn alussa käydään läpi mitä tutkimuksissa ja julkaisuissa aiheesta on käsitelty, ja mihin suuntaan tiedonkeruu on kehittymässä. Kokeellisessa osuudessa tutkittiin, mitä tietoja automaatiojärjestelmistä on hyödyllistä kerätä. Kerättävien tietojen määrittely tehtiin kohdeyrityksen asiakaskunnassa toteutetun haastattelututkimuksen avulla. Tutkimuksen lisäksi, kokeellisessa osassa kohdeyritykselle laadittiin tiedonkeruukäytäntö ja sen pohjalta toteutettiin automaatiojärjestelmän tiedonkeruu. Laadittua tiedonkeruukäytäntöä yritys soveltaa jatkossa valmistamissaan automaatiojärjestelmissä.

Tutkimus toteutettiin haastatteleamalla kohdeyrityksen asiakkaita. Tutkimuksessa selvitettiin, mitä automaatiojärjestelmistä peräisin olevaa informaatiota kohdeyrityksen asiakkaat päivittäisessä toiminnassaan hyödyntävät. Heiltä kysyttiin, mitä automaatiojärjestelmiin liittyvää informaatiota he nykyään käyttävät, miten informaation pohjana olevia tietoja kerätään, sekä mitä tulevaisuuden suunnitelmia heillä on tiedonkeräämiseen liittyen. Vastauksista kootut tulokset jaettiin kahteen ryhmään. Ensimmäinen kuvastaa tämän hetken tilannetta, muodostaen perustiedot. Toinen kokonaisuus muodostuu vastaajien näkemyksistä tulevaisuuden informaatio tarpeesta. Tässä osassa nousi esiin mielenkiintoisia tiedonkeruun tulevaisuuden mahdollisuuksia.

Tiedonkeruun toteutuksessa kahteen automaatiojärjestelmään rakennettiin tiedonkeruu, jonka pohjana oli tutkimuksen tulosten pohjalta kohdeyritykselle laadittu tiedonkeruukäytäntö. Molempien järjestelmien tiedonkeruu määriteltiin keräämään ja tallentamaan järjestelmän tapahtumat keskusyksikkönsä muistikortille sekä siirtämään kerätyt tiedot automaattisesti kohdeyrityksen FTP-palvelimelle. Palvelimelle siirrettyinä tietoja voitiin analysoida ja tehdä tulkintoja järjestelmän toiminnasta.

Tiedonkeruujärjestelmän hyödyistä saatiin hyviä tuloksia jo testausvaiheen aikana. Hyvin määriteltujen kerättävien tietojen pohjalta, kohdeyritys sai tietoa järjestelmien toiminnasta ja pystyi kehittämään järjestelmien luotettavuutta. Ilman automaattista tiedonkeruuta kehitys olisi vienyt enemmän aikaa. Tämän työn tulosten uskotaan helpottavan kohdeyrityksen asiakkaiden tiedonkeruuta ja tulevaisuudessakin nopeuttavan kohdeyrityksen tuotekehitystä.

ABSTRACT

TIMO TORTINMÄKI: Implementation of automation system data collection based on required information

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 47 pages, 6 Appendix pages

May 2018

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

Major: Manufacturing and Automation

Examiner: Professor Kari T. Koskinen

Keywords: data acquisition, automation

The fourth industrial revolution and internet of things are extending the data acquisition to everywhere. Increasing number of sensors together with wireless data transfer technologies are everyday life also for consumers. This thesis enters into on data acquisition in industrial environment and the interesting future of it.

This thesis consists of a theory part and an experimental part. The theory part gives an overview of some studies and publications about data acquisition and how data acquisition is developing. The experimental part includes research about what information is useful to collect from automation system. The definition of the useful data was made through an interview study which carried out in the client companies. Based on the useful data definition a data collection practice was developed for the target company and based on practice, data collection of the automation system was implemented. The data collection practice will be applied to all automation systems that company develops in the future.

The study was conducted by interviewing the clients of the company. The study found out which information from automation systems is used by the company's clients in their day-to-day operations. They were asked what information they are currently using from automation systems, how information is collected, and what future plans they have for data collection. The study results were divided into two groups. The first one reflects the present situation, forming the basic information. The second group reflects clients view of what information they might need in the future. This part raised interesting data collection opportunities for the future.

In the experimental part, the developed data collection practice was implemented into two automation systems. The data collection of both systems was defined to collect and store the system events on the memory card of its central unit and automatically transfer the collected data to the company's FTP server. Based on the transferred data some analyzes could be done to figure out the system condition and operations.

Data collection practice implementation showed good results during test period. Based on collected data, system operations were analyzed, and the company managed to develop the reliability of systems. Without automatic data collection, development would have taken more time. The result of this thesis are believed to help the company and its clients with their developing processes in the future.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Jomet Oy:lle ja haluankin alkuun kiittää yrityksen toimitusjohtaja diplomi-insinööri Aki Savosta saamastani mahdollisuudesta tehdä lopputyö juuri tähän minulle tuttuun yritykseen. Haluan lisäksi kiittää yrityksen automaatiopäällikköä diplomi-insinööri Juha Kiiskistä, jonka tuki, muun projektiryhmän ohella, on työn keellisessä osassa ollut suureksi avuksi.

Ilman työni perustana olleen haastattelututkimukseen osallistujia tätä työtä ei olisi saatu tehtyä. Suuret kiitokset kaikille haastatteluun osallistuneille asiantuntijoille kustakin organisaatiosta.

Työssä ohjaajana ja tarkastajana toimi professori Kari T. Koskinen. Häntä haluan kiittää saamastani asiantuntevasta ohjauksesta ja rakentavasta palautteesta.

Lopuksi haluan kiittää vaimoani kaikesta sekä tämän opinnäytetyön että koko opintojeni aikana saamasta kannustuksesta ja tuesta.

Liedossa, 12.5.2018

Timo Tortinmäki

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tämän työn taustat	1
1.2	Työn tavoitteet.....	2
1.3	Kohdeyritys	3
2.	TIEDONKERUU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄSSÄ	4
2.1	Tiedonkeruun kehitys ja potentiaali	4
2.2	Tiedonkeruun järjestelmärakenne	7
2.3	Tiedonkeruu tuotantoympäristössä	11
2.4	Tiedon hyödyntäminen ja informaation esittäminen.....	16
2.5	Tulevaisuuden tiedonkeruu	18
3.	INFORMAATIOTARPEEN SELVITYS ASIAKKAAN NÄKÖKULMASTA ...	22
3.1	Haastattelututkimuksen suunnittelu ja toteutus	22
3.2	Haastattelututkimuksen tulokset	25
3.3	Haastattelututkimuksen toteutuksen arviointi	28
3.4	Tarvittavan tiedon määrittäminen tutkimustulosten pohjalta	29
4.	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	33
4.1	Tiedonkeruukäytännön suunnittelu ja laadinta	33
4.2	Tiedonsiirron toteutus	36
4.3	Tiedon tallentaminen.....	38
4.4	Tiedonsiirron ja tallennuksen tietoturva.....	38
4.5	Tiedonkeruujärjestelmän testaus	39
4.6	Tiedon hyödyntäminen.....	41
4.7	Toteutuksen arviointi.....	43
5.	YHTEENVETO	45
5.1	Työn tavoitteiden täyttyminen	45
5.2	Toimenpide-ehdotukset	46
5.3	Jatkokehitys mahdollisuudet	46
	LÄHTEET.....	48

LIITE A: TUTKIMUKSEN SAATE

LIITE B: TUTKIMUSKYSYMYKSET

LIITE C: TIEDONKERUUKÄYTÄNTÖ

KUVALUETTELO

<i>Kuvio 1:</i>	<i>Teollisuuden vallankumoukset [4]</i>	<i>5</i>
<i>Kuvio 2:</i>	<i>ISA-95:n mukaiset järjestelmätasot.....</i>	<i>8</i>
<i>Kuvio 3:</i>	<i>Automaatiolaitteet sovitettuna ISA-88.00.01:n fyysiseen malliin [12]</i>	<i>9</i>
<i>Kuvio 4:</i>	<i>PackML tilamalli [12]</i>	<i>11</i>
<i>Kuvio 5:</i>	<i>ISA-TR88.00.002 mukainen tyypillinen OEE virtausmalli [12].....</i>	<i>12</i>
<i>Kuvio 6:</i>	<i>Järjestelmätasojen välistä kommunikaatiota [19]</i>	<i>14</i>
<i>Kuvio 7:</i>	<i>LeanMES projektissa toteutetut visualisoinnit [14]</i>	<i>17</i>
<i>Kuvio 8:</i>	<i>Tuotantolaitoksista löytyviä verkkotyyppejä [24]</i>	<i>20</i>
<i>Kuvio 9:</i>	<i>Tiedonsiirtoon käytetty verkkorakenne.....</i>	<i>37</i>
<i>Kuvio 10:</i>	<i>Automaatiojärjestelmä johon tiedonkeruu implementoitiin</i>	<i>40</i>
<i>Kuvio 11:</i>	<i>Yhteenvetönäkymä kerätystä tiedosta.....</i>	<i>42</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT JA MÄÄRITELMÄT

B2MML	Business To Manufacturing Markup Language
CBM	Condition Based Maintenance
CM2025	China Manufacturing 2025
CPS	Cyber Physical Systems
CSV	Comma-separated values
FTP	File Transfer Protocol
HMI	Human-Machine Interface
IIoT	Industrial Internet of Things
ISA	Instrumentation, Systems, and Automation Society
I/O	Input Output
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
IIC	Industrial Internet Consortium
IOT	Internet of Things
IIOT	Industrial Internet of Things
MES	Manufacturing Execution System
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association International
MOM	Manufacturing Operations Management
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OMAC	The Organization for Machine Automation and Control
OPC	Object linking and embedding for Process Control
OPC UA	OPC Unified Architecture
PackML	Packaging Machine Language
PLC	Programmable logic controller
PLM	Product Lifecycle Management

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SD-kortti	Secure Digital
TPM	Total Productive Manufacturing
USD	United States Dollar
VPN	Virtual Private Network
XML	Extensible Markup Language

1. JOHDANTO

Teollisuudessa on käytetty automaattisesti toimivia laitteita ja järjestelmiä jo vuosikymmeniä. Alkuun laitteet olivat mekaanisesti ohjattuja. Sähköistymisen ja ohjaustekniikoiden kehittyessä alettiin käyttää sähkötekniikkaan perustuvaa ohjaustekniikkaa, joka on tänä päivänä uudelleen ohjelmoitavissa ja etävalvottavissa. Näiden laitteiden ja järjestelmien toiminta perustuu keskusyksikön ulkopuolelta saataviin sähköisiin signaaleihin, joiden pohjalta ohjausta suoritetaan. Digitalisaation ja jo käynnissä olevan teollisuuden neljännen vallankumouksen myötä automaatiojärjestelmät kytetään verkkoon. Verkottumisen myötä automaatiojärjestelmän laitteet ohjelmoidaan keskustelemaan globaalisti keskenään, jakamaan ja keräämään tietoa sekä ohjaamaan toinen toisiaan automaattisesti. Tämän käynnissä oleva teollisuuden neljännen vallankumouksen keskeinen osa on tämän työn aiheena oleva tiedonkeruu. Automaatiojärjestelmistä kerätyn luotettavan tiedon analysoinnissa on päästy jo sille tasolle, että tekoälyn avulla on pystytty löytämään tuotantojärjestelmästä kerättyä tietoa analysoimalla lopputuotteiden ongelmia ennen kuin tuotteet ovat päässeet markkinoille. [1]

Sekä tiedonkeruu että kerätyn tiedon automaattinen analysointi, ovat tällä hetkellä hyvin ajankohtaisia aiheita ja niistä keskustellaan paljon. Tekoälyn hyödyntämistä on verrattu jopa teiniseksiin; ”kaikki puhuvat siitä, mutta harva on päässyt oikeasti kokeilemaan”. [2] Kuten edellä jo mainittiin, automaatiojärjestelmien kohdalla tekoälyä on jo tuotantoympäristössä onnistuneesti pystytty hyödyntämään. Vaikka aiheita tutkitaan ja aiheesta puhutaan paljon, oma arvioni on, että tällä hetkellä tuotantolaitoksissa kerättyä tietoa käytetään päivittäisen päätöksen teon apuna käytettävän informaation perustana. Informaation luomisessa ei vielä laajamittaisesti hyödynnetä tekoälyn mahdollisuuksia. Nyt kerättyä ja tallennettuna tietoa voidaan tulevaisuudessa jakaa myös tekoälyn analysoitavaksi. Tämän päivän automaatiojärjestelmien elinkaari on suhteellisen pitkä ja näin ollen myös olemassa olevista järjestelmistä kerättyä historiatietoa voidaan oletettavasti hyödyntää tulevaisuuden tekoälysovelluksissa.

1.1 Tämän työn taustat

Tämän työn tutkimuskohteena on automaatiojärjestelmistä kerättävään tietoon perustuvan päivittäisen informaatio tarpeen selvittäminen. Tutkimus toteutettiin Jomet Oy:lle, jatkossa kohdeyritys, jonka asiakaskunnasta tutkimusjoukko valittiin. Kohdeyrityksen motiivi tälle tutkimukselle oli sekä parantaa asiakaspalvelua, että omaa tietoisuuttaan toimittamiensa automaatiojärjestelmien toiminnasta, elinkaaren aikaisen toimintavarmuu-

den kehittämiseksi. Tiedonkeruu ja kerätyn tiedon analysointi avaa mahdollisuuden kohdeyritykselle suunnata tuotekehityspanostuksia automaatiojärjestelmien todellisiin ongelmakohtiin, perustuen todelliseen kustakin järjestelmästä mitattuun tietoon. Tällä uskotaan olevan sekä asiakkaiden, että kohdeyrityksen kilpailukykyä parantava vaikutus.

Informaatiotarvetutkimuksen lisäksi, tässä työssä laaditaan kohdeyritykselle tiedonkeruukäytäntö, ja toteutetaan automaatiojärjestelmän tiedonkeruu laadittavan tiedonkeruukäytännön mukaisesti. Tässä työssä automaatiojärjestelmä määritellään kohdeyrityksen valmistamaksi elintarvikelinjan jälkipakkausjärjestelmäksi. Automaatiojärjestelmään kuuluu yleensä useampia jälkipakkaukseen osallistuvia itsenäisiä laitteita.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on määrittää kohdeyritykselle tiedonkeruukäytäntö, jossa määritellään mitä tietoja kohdeyrityksen valmistamista pakkausjärjestelmistä kerätään. Haastattelututkimuksen avulla selvitetään kohdeyrityksen asiakaskunnan näkemyksiä tämän hetken informaatiotarpeista, sekä mitä visioita haastateltavilla on tulevaisuuden informaation käyttöön liittyen. Tutkimuksen avulla löydetty asiakasyrityksille hyödylliset informaatiot ja automaatiojärjestelmästä kerättävissä olevat tiedot otetaan huomioon tiedonkeruukäytäntöä määritettäessä. Haastattelututkimuksen tulosten pohjalta kohdeyritykselle laaditaan tiedonkeruuta varten kerättävälle tiedolle perustaso sekä määritellään oletuskäytännöt tiedonsiirrolle ja -tallennukselle. Tutkimuksen tuloksiin pyritään vastaamaan mahdollisimman kattavasti kohdeyrityksessä oletuksena käytettävän PLC-ohjausjärjestelmän¹ mahdollisuudet huomioiden. Työn tavoitteena on lisäksi toteuttaa kohdeyrityksessä valmistuksessa olevaan automaatiojärjestelmään tiedonkeruu, laaditun tiedonkeruukäytännön mukaisesti. Toteutuksen tavoitteena on sisällyttää tiedonkeruukäytäntöön, sekä haastattelututkimuksen pohjalta määritellyt asiakkaalle hyödylliset tiedot, että kohdeyrityksen sisäiseen käyttöön tarkoitettu tuotekehitystä tukevat tiedot. Tavoitteena on saada käyttöön systemaattinen ja laajennettavissa oleva tiedonkeruukäytäntö. Kerättävien tietojen määrää voidaan myöhemmin laajentaa ja tallennetuille tiedoille voidaan myöhemmin löytää uusia käyttötapoja ja mahdollisia liiketoimintamalleja, tukemaan sekä kohdeyrityksen asiakaskuntaa että kohdeyrityksen omaa liiketoimintaa.

Kohdeyrityksen toimittamien automaatiojärjestelmien laajuudet sekä mekaaninen ja ohjaustekninen rakenne vaihtelevat järjestelmä- ja toimialakohtaisesti. Tämän työn haastattelututkimus on rajattu siten, että tutkimukseen valitaan kohdeyrityksen kotimaan päätoimialalta viisi asiakasta. Elintarvikealan ollessa kyseessä, valitaan tutkimukseen osallistujat toimialan eri sektoreilta, jotta saadaan mahdollisimman hyvä kattavuus, pienellä otannalla. Näiden lisäksi haastattelututkimukseen pyydetään mukaan toteutuksen koh-

¹ Omron Electronics, NJ-sarjan PLC

teeksi valitun automaatiojärjestelmän loppuasiakas, joka toimii elintarvikealan ulkopuolella. Tutkimuksen tulosten pohjalta määriteltävä tiedonkeruukäytännön määrittely rajataan siten, että se soveltuu käytettäväksi kohdeyrityksessä oletuksena käytettävän ohjausjärjestelmän² kanssa. Tiedossa oleva tarve on määrittää universaali ohjausjärjestelmästä riippumaton tiedonkeruukäytäntö. Tämä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle laajuutensa vuoksi. Kokeellinen osuus toteutetaan jälkipakkausjärjestelmään, jossa on mukana myös konenäkötekniikkaan perustuvaa laadun tarkistusta sekä robotiikkaa. Kaikki perustuvat Omron Electronics:sin ohjaustekniikkaan. Näin ollen saadaan työn rajauksen sisällä todennettua tiedonkeruukäytännön toimivuus myös linjatasolla.

1.3 Kohdeyritys

Tämän työn toimeksiantajana toimi Jomet Oy. Kohdeyrityksellä on yli 40 vuoden kokemus automaatiojärjestelmien toteuttamisesta eri teollisuudenaloille. Kohdeyritys on aloittanut toimintansa vuonna 1976, jolloin on perustettu insinööritoimisto Jomet Oy. Tänä päivänä kohdeyritys työllistää noin 60 työntekijää, jotka suunnittelevat ja valmistavat automaatiojärjestelmiä eri teollisuudenaloille ympäri maailmaa. Yrityksen työntekijöistä noin kolmas osa on korkeasti koulutettuja. Kohdeyrityksellä on kotipaikka Forssassa, jossa sijaitsee sekä tuotantotilat että pääkonttori. Yrityksen liikevaihto on noin 9M€. Kotimarkkina-alueenaan kohdeyritys pitää pohjoismaita, josta kertyy noin puolet yrityksen liikevaihdosta.[3]

Kohdeyritys suunnittelee ja valmistaa asiakaskohtaisia automaatiojärjestelmiä eri toimialoille tuotantolaitosten kappaleenkäsittely, jälkipakkaus ja lavaus tarpeisiin. Jakelulogiikan pakkaustarpeisiin kohdeyritys on kehittänyt pakkausratkaisuja, joilla pystytään pakkaamaan ja optimoimaan tilavuuden tarve lähetyskohtaisesti. Järjestelmät ovat PLC-ohjattuja ja useat sisältävät robotiikkaa järjestelmän eri toimintojen toteutuksissa. Yritys tarjoaa toimittamilleen järjestelmille myös kattavat elinkaaripalvelut, joita tämän työn tulokset toivottavasti täydentävät.

² Omron Electronics, NJ-sarjan PLC

2. TIEDONKERUU AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄSSÄ

Tässä luvussa käydään läpi tämän työn ymmärtämisen kannalta olennaisia asioita ja tuodaan esiin automaatiojärjestelmän tiedonkeruuseen liittyviä taustatietoja. Tämän työn sisällön ymmärtämisen kannalta oleellisten asioiden lisäksi käydään läpi tiedonkeruun yhteyksiä järjestelmätasolle ja luodaan katsaus tulevaisuuteen. Tiedonkeruu on aiheena hyvin laaja ja linkittyy monille eri yhteiskuntatieteiden alueelle. Tässä katsauksessa keskitytään teollisuudessa käynnissä olevaan neljännen vallankumouksen yhteyksiin tiedonkeruuseen, sekä nostetaan esiin yhteyksiä pakkaavaan teollisuuteen, jossa kohdeyritys toimii.

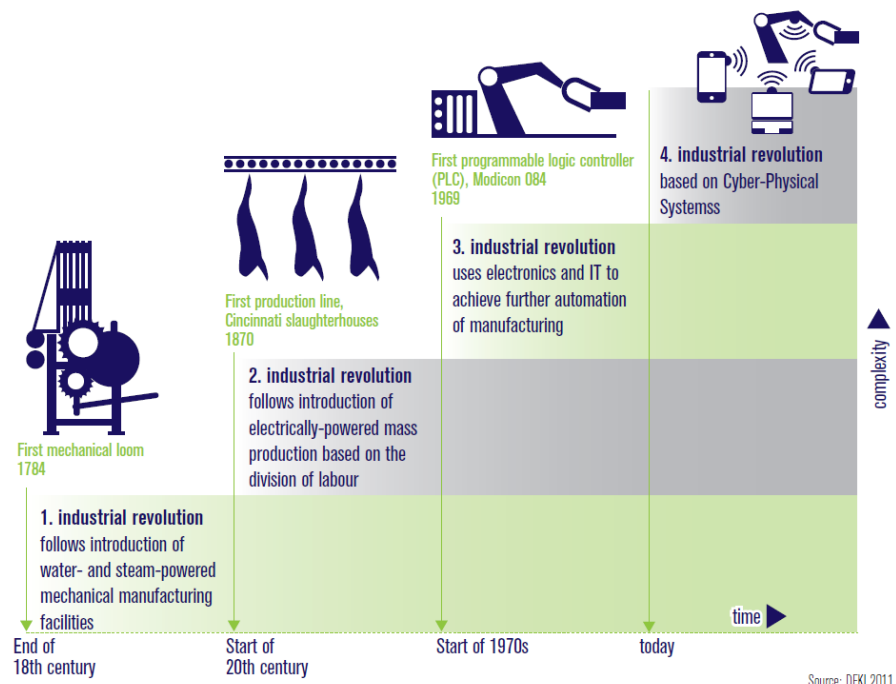
2.1 Tiedonkeruun kehitys ja potentiaali

Teollisuuden neljännen vallankumouksen käynnistyminen on koko globaalia yhteiskuntaa muokkaava verkottumiseen, tiedonkeruuseen ja -vaihtoon linkittyvä digitalisaatioon perustuva megatrendi, jossa koneet ja laitteet yhdistyvät digitaaliseen maailmaan muodostaen itsenäisesti toimivia kyberfysikaalisia järjestelmiä, Cyber-Physical Systems, CPS. Kyberfysikaalisissa järjestelmissä tietotekniikka ja fyysinen prosessi yhdistyvät. Kuviossa 1 on esitetty teollisuuden tähänastiset vallankumoukset. Neljännelle teollisuuden vallankumoukselle on erityisesti teollisuudessa otettu käyttöön yleistetty otsikko teollisuus 4.0. Tämä, alun perin ”Industrie 4.0”, on yksi osa Saksan hallituksen 2011 lanseeraamaa kymmenen kohtaista ”High-Tech Startegy 2020 Action Plan” kokonaisuutta. Tätä strategiaa on myöhemmin päivitetty itsenäiseksi kokonaisuudeksi saksalaiseen tapaan hyvin täsmällisesti pykälä kerrallaan, ensin 2012 Industrie 4.0 Working group:issa, jonka raportin pohjalta Industrie 4.0 Platform jatkoi vuonna 2013. Saksan hallituksen alkuperäinen Industrie 4.0:lle asettama tavoite oli turvata maan valmistavateollisuuden asema globaaleilla markkinoilla myös tulevaisuudessa. Tätä visiota luodessa Saksan hallituksen tulevaisuuteen katsova tavoite oli olla sekä suunnan näyttäjänä yksilöllisten tuotteiden sarjavalmistuksessa että näiden valmistusjärjestelmien merkittävä globaali toimittajamaa. Kävipä Saksan tässä tavoitteessa miten hyvänsä, on jo nyt selvää, että teollisuuden parissa Industry 4.0 on huomattu laajalla rintamalla. Lähes poikkeuksetta automaatioalan järjestelmä-, laite- ja komponentti valmistajat ovat huomioineet tämän vision vähintään markkinoinnissaan. [4, 5]

Saksan esimerkin innoittamana muitakin maita ja tahoja on käynnistänyt erinäisiä teollisuuden tulevaisuuteen liittyviä hankkeita. EU:lla on Horizon 2020 tutkimus ja innovaatio ohjelman alaisuudessa ”Factories of the Future”, Ranskalla on oma ”Industry of the Future”, Iso-Britannialla on ”High Value Manufacturing Catapult”. Amerikassa johtavat teknologia yritykset perustivat Industrial Internet Consortiumin (IIC) vuonna 2014, joka

pitää itseään maailman johtavana teollisen internetin, Industrial Internet of Things (IIoT), kiihdyttäjänä. Kunnianhimoisimmaksi visioksi on mainittu China Manufacturing 2025 (CM2025), jolla Kiinan hallitus pyrkii saamaan osin vielä toisella teollisuuden vallankumousasteella olevaa teollisuuttaan suoraan neljännen vallankumouksen vauhtiin. CM2025 käyttää lähestymistapanaan Kiinalle tyypillistä ylhäältä alaspäin toteutusta. Tämä on päinvastainen toteutus kuin esimerkiksi teollisuus 4.0, jossa kehitys lähtee yri-
tystasolta.[6]

Figure 1:
The four stages of
the Industrial Revolution



Kuvio 1: Teollisuuden vallankumoukset [4]

Kaikkia yhteiskunta-alueita yhdistävä neljännen teollisen vallankumouksen ilmentymä on kaikkialle levittyvä tiedonkeruu, joka internetin välityksellä yhdistää lähes kaikki verkkoon liitetyt laitteet pilvipalveluihin. Tätä kaikkialle linkittyvää esineiden internetiä, Internet of Things (IoT) koskevassa tutkimuksessaan McKinsey Global Institute on käsitellyt IoT:tä kokonaisvaltaisesti ulottaen tutkimuksensa eri yhteiskunta-alueille. Tutkimuksessa perehdytään esineiden internetin taloudelliseen potentiaaliin ja arvioidaan, mitä vaikutuksia sillä on globaalisti yhteiskuntaan vuonna 2025, kymmenen vuotta tutkimuksen julkaisusta. Esineiden internetin potentiaalisiksi talousvaikutukseksi tutkimuslaitos on laskenut vuositason jolla jopa yli 11 biljoonaa Yhdysvaltain dollaria, United States Dollar (USD). Tämä vastaa noin 11% maailman pankin arvioimasta vuoden 2025 koko maailman vuosittaisesta bruttokansantuotteesta, jonka on arvioitu olevan 99,5 biljoonaa USD.

Tästä summasta tehdasympäristöjen³ osuudeksi on arvioitu jopa 3,7 biljoonaa USD. Tehdasympäristöjen suurimmaksi potentiaaliksi on arvioitu tuotannon toimintojen optimointi, jolla on arvioitu olevan jopa 1766 miljardin kustannuksia alentava potentiaali. Ennakoivan kunnossapidon osuudeksi on arvioitu 627 miljardia, perustuen jopa 40% kustannus säästöihin. [7]

Käytännön esimerkkeinä teollisen internetin sovelluksista McKinsey Global Institute esittää mm. tuotannon laadullisten parametrien reaaliaikaisen monitoroinnin. Esimerkkinä tuotanto-olosuhteiden laadullisesta seurannasta ja optimoinnista käytetään Harley-Davidsonin moottoripyörien runkomaalaamoja, jossa tuuletusta säädetään reaaliaikaisesti tehtyjen olosuhdemittausten mukaan. Tällä on saavutettu maalausprosessille vakio-olosuhteet, jotka ovat aikaisemmin vaihdelleet ja aiheuttaneet laatuvariaatiota lopputulokseen. Ennakoivan kunnossapidon esimerkkinä on esitetty liitettävyyden ja anturoinnin mahdollistama jatkuva reaaliaikainen kunnonvalvonta. Tutkimuksessa nostetaan esiin, että reaaliaikaisen monitoroinnin ja pilvipalveluiden avulla IoT voi muuttaa teollisuuden kunnossapidon toimintamallia kohti ennustavaa ja estävää periaatetta. Laajan tietopohjan ja pilvipohjaisen analytiikan avulla alkava ongelma saatetaan pystyä tekoälyn ennustuksen pohjalta estämään ja näin mahdollisesti välttymään ennakoimattomilta tuotantohäiriöiltä. [7]

Edellä mainitun esineiden internet ilmausta on vuonna 1999 käyttänyt Kevin Ashton esitellessään Proctor & Gamble:lle RFID:n⁴ mahdollisuuksia ja vaikutuksia liiketoimintaan. [8] Sittemmin IoT:lle on esitelty erilaisia määritelmiä mm. käyttöympäristön mukaan. IEEE-SA⁵ toteaa ”Internet of things (IoT) ecosystem study” julkaisussaan, että IoT:lle ei ole virallista määritelmää. Samassa julkaisussa todetaan, että IoT viittaa mihin tahansa fyysisen kohteen ja IT-alustojen yhteenliittymiseen sekä mihin tahansa fyysisen maailman hallinnan parantamiseen tiedonkeruun, älykkään verkottumisen, ennustavan analytiikan ja optimoinnin avulla. [9] Esineiden internet on käsitteenä yleismaailmallinen ja ensisijaisesti sillä viitataan kuluttaja laitteisiin. Teollisuuden IoT ratkaisuille on otettu käyttöön ilmaus teollinen internet, Industrial Internet of Things (IIOT). [8]

Automaatiojärjestelmän tiedonkeruun näkökulmasta, tiedonkeruulla on perustavaa laatua olevat yhteydet sekä teollisuus 4.0:an että IIoT:hen. Yhteistä molemmille määritelmille on, että keskeisenä osana toimivat anturointi, älykäsverkottuminen, tiedonkeruu, tallennus ja -analysointi. Kumpaa termiä tahansa käytetään, se mitä tietoja kerätään, miten tiedot siirretään ja mihin ne tallennetaan, vaikuttavat olennaisesti yleiseen käsitykseen siitä, mihin viitekehykseen automaatiojärjestelmä kulloinkin linkitetään. Huomionarvoista on, että voidaan puhua myös paikallisesti toteutetusta IoT:stä. Tällöin varsinaista internet yh-

³ mukana on prosessi- ja kappalevarateollisuus, datakeskukset, maatalous ja sairaalat

⁴ Radio Frequency Identification

⁵ Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association

teyttä ei välttämättä ole ollenkaan, vaan laitteiden kommunikoinnit on toteutettu paikallisella verkottumisella. Paikalliset serverit toimivat tiedon tallennus ja analysointi alustana pilvipalveluiden sijaan. [9]

2.2 Tiedonkeruun järjestelmärakenne

Teollisuudessa eri tietojärjestelmiin on kerätty tietoja lisääntyvässä määrin aina tietotekniikan käyttöönotosta lähtien. Tuotantotietoja kerättyä tiedot kerätään tuotannonohjausjärjestelmän ja mahdollisesti toiminnanohjausjärjestelmän tietokantoihin, kun taas kunnossapitojärjestelmään kerättävät tiedot tallennetaan yleensä kunnossapidonjärjestelmien omiin tietokantoihin. Järjestelmissä saattaa olla myös päällekkäisiä tietoa ja järjestelmät voivat jakaa tietoja myös keskenään kukin omista tietokannoistaan. Automaattinen tietojen keräys suoraan automaatiojärjestelmästä lisää tiedon luotettavuutta ja reaaliaikaisuutta, vähentäen manuaalisen kirjauksen viiveitä ja inhimillisiä virheitä. Luotettavaan kerättyyn tietoon perustuen automaatiojärjestelmän seuranta, analysointi ja ohjaus on mahdollista toteuttaa reaaliaikaisesti.

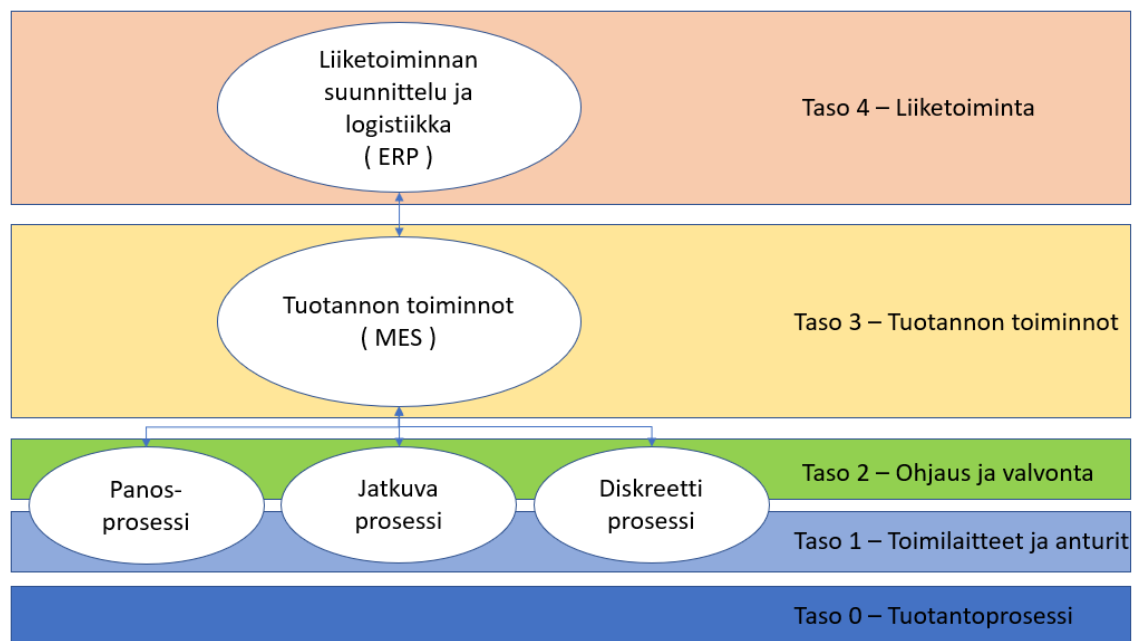
Tiedonkeruun toteuttamisen yhtenä merkittävänä osana on yhdistää automaatiojärjestelmän tietoa tuottavat tuotantoprosessin osat tietoa kerääviin automaatiojärjestelmään liitettyihin ylemmän tason tietojärjestelmiin. Tätä järjestelmäintegraatiota on teollisuusympäristöön standardoinut International Society of Automation (ISA). ISA:n laatimat ISA-95⁶, Enterprise-Control System Integration ja ISA-88⁷, Batch Control standardit määrittävät mm. terminologiaa ja rajapintoja eri järjestelmien ja eri järjestelmätasojen välille. Automaatiojärjestelmiä yhdessä ISA-88:n kanssa yhtenäistää myös Organization for Machine Automation and Control:in (OMAC) määrittämä Packaging Machine Language (PackML). Nimestään huolimatta PackML on sovellettavissa sekä pakkauslaitteissa, että muissa tuotantoautomaatiolaitteissa, laajentaen ja yhtenäistäen ISA-88 standardin soveltamista prosessiautomaatiosta myös kappaletavara-automaatioon.

Teollisuusyritysten järjestelmäintegraation määrittelemisen avuksi laadittu ISA-95 standardi yhtenäistää sekä terminologiaa että tuotannon- ja toiminnanohjaukseen liittyviä toiminnallisuuksia. Keskeinen lähtökohta järjestelmäintegraation määrittelyssä on muodostaa standardin soveltamisen pohjaksi kuvaus yrityksen järjestelmähierarkiasta rajapintoihin. ISA-95 standardi esittää viisi tasoisen mallin, joka kuvaa yrityksen eri toimintoja kerroksittain. ISA-95 standardissa on annettu määritelmät kaikille viidelle tasolle toiminnallisuuksineen, tasot on esitetty kuviossa 2. Näistä viidestä tasosta ISA-95 standardi keskittyy ylimpien tasojen toiminnallisuuksiin ja näiden tasojen väliseen integraatioon; taso neljä on Liiketoiminnan suunnittelu & logistiikka -taso (Business Planning & Logistics) ja taso kolme on tuotannonohjaus -taso (Manufacturing Operations Management). Näistä tasoista käytetään yleisesti myös nimityksiä ERP-taso (Enterprise Resource Planning) ja

⁶ ANSI/ISA-95 on kansainvälisesti IEC/ISO 62264

⁷ ANSI/ISA-88 on kansainvälisesti IEC 61512

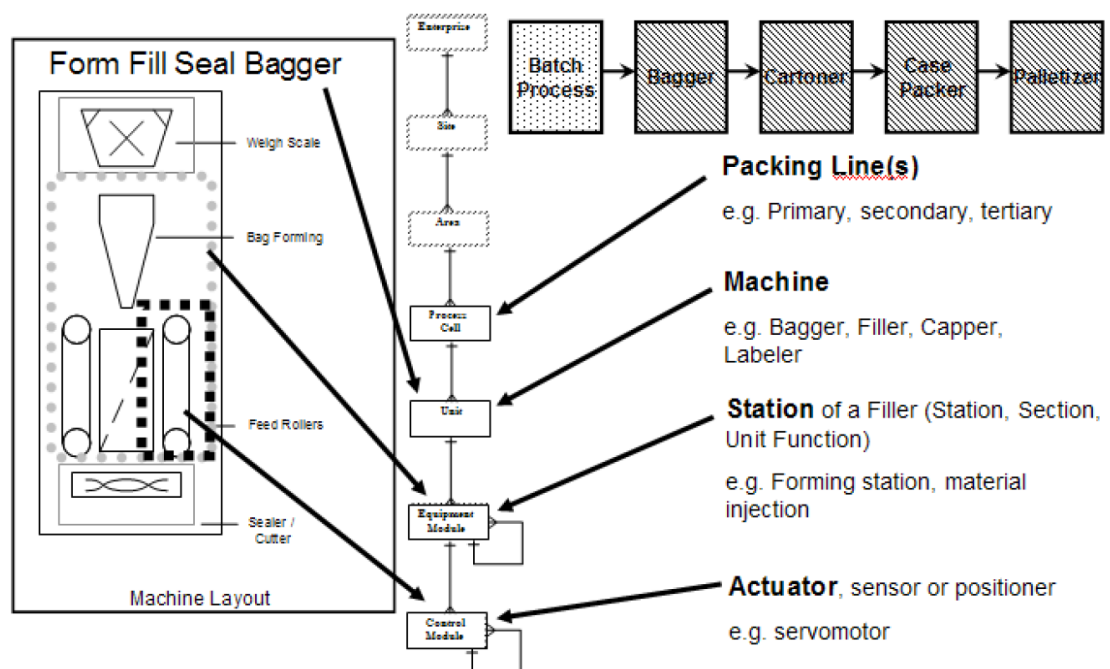
MES-taso (Manufacturing Execution System). Erityisesti MES-tason järjestelmät toimivat tuotantotietojen keräys ja tallennus järjestelminä. MESA:n (Manufacturing Enterprise Solutions Association International) määritelmä MES:sille on: ”MES on järjestelmä, joka tuottaa informaatiota ja joka mahdollistaa tuotannon optimoinnin tilauksesta valmiisiin tuotteisiin. MES käyttää tarkkaa reaaliaikaista tietoa, jonka pohjalta MES sekä ohjaa tuotantolaitoksen tapahtumia että reagoi ja raportoi niistä. Tuloksena on nopea reagointi muuttuviin olosuhteisiin vähentäen tuottamatonta toimintaa, ajaen tehokkaasti tuotantolaitoksen toimintaa ja prosesseja”. [10]



Kuvio 2: ISA-95:n mukaiset järjestelmätasot

ISA:n viimeisimmät ISA-95 standardiin viime vuonna tekemät päivitykset sekä tekeillä ja lausuntokierroksella olevat päivitykset vievät standardia kohti laajempaa integraatiota sekä IIoT:n ja teollisuus 4.0:n mahdollistavia ratkaisuja. Näitä päivityksiä ovat mm. tapahtumaperusteinen kommunikointi sekä kommunikointi suoraan tarvittavan tiedon tuottajalta tiedon tarvitsijalle (End-to-End). Kommunikointi tapahtuisi suoraan riippumatta kommunikoivien osapuolien järjestelmätasoista ja fyysisestä sijainnista. Molempien päivitysten tavoitteena on parantaa tiedon saatavuuden reaaliaikaisuutta kaikilla järjestelmätasoilla. Tiedonsiirron osalta standardiin on tehty päivityksiä kohti avoimempaa ja protokollariippumatonta tiedonsiirtoa. Tämä avaa mahdollisuuksia käyttää sekä nykyisin käytössä olevia tiedonsiirtotapoja että protokollariippumattomana myös tulevaisuuden IIoT-ratkaisujen käyttämiä toistaiseksi määrittämättömiä ratkaisuja. [11]

ISA-95:n pääpaino on pystysuunnassa tapahtuvassa järjestelmätasojen välisessä integraatiossa. Vastaavasti ISA-88 standardin pääpaino on automaatiojärjestelmätasolle keskittyvässä vaakasuuntaisessa integraatiossa tasoilla 0-2 ja keskittyy tasolta 3 alaspäin tapahtuvaan kommunikointiin. ISA-88.01-1995 Batch Control on nimensä mukaan laadittu alun perin erätuotantoa yhtenäistäväksi standardiksi. Sen laadinnassa on kuitenkin huomioitu, että monissa erätuotannon tunnusmerkistön täyttävässä tuotantolaitoksessa on myös muita tuotantomuotoja. Muiden tuotantomuotojen huomiointi on mahdollistanut standardin soveltamisen kokonaisvaltaisemmin muuttuvissa tuotantoympäristöissä. ISA-88:n soveltamisen helpottamiseksi ISA on laatinut teknisen raportin ISA-TR88.00.02-2008. Teknisen raportin tarkoituksena on laajentaa ISA-88 standardin hyödyntäminen myös kappaletavara-automaatioon. Tekninen raportti yhdistelee ISA-88:n ja OMAC PackML:n määrittelyksiä ja terminologiaa sekä esittelee esimerkkien kautta näiden standardien soveltamista. Kuviossa 3 on esitetty ISA-88 mukainen fyysinen malli keskellä, jonka eri tasoille on viittaukset automaatiojärjestelmää kuvaavan pakkauslinjan osista. Teknisen raportin yhtenäistäessä standardien määritelmät, jatkossa tässä työssä käytetään PackML ilmausta tarkoittaen sekä ISA-TR88.00.02.2008:n, että OMAC PackML:n sisältöä. [12]



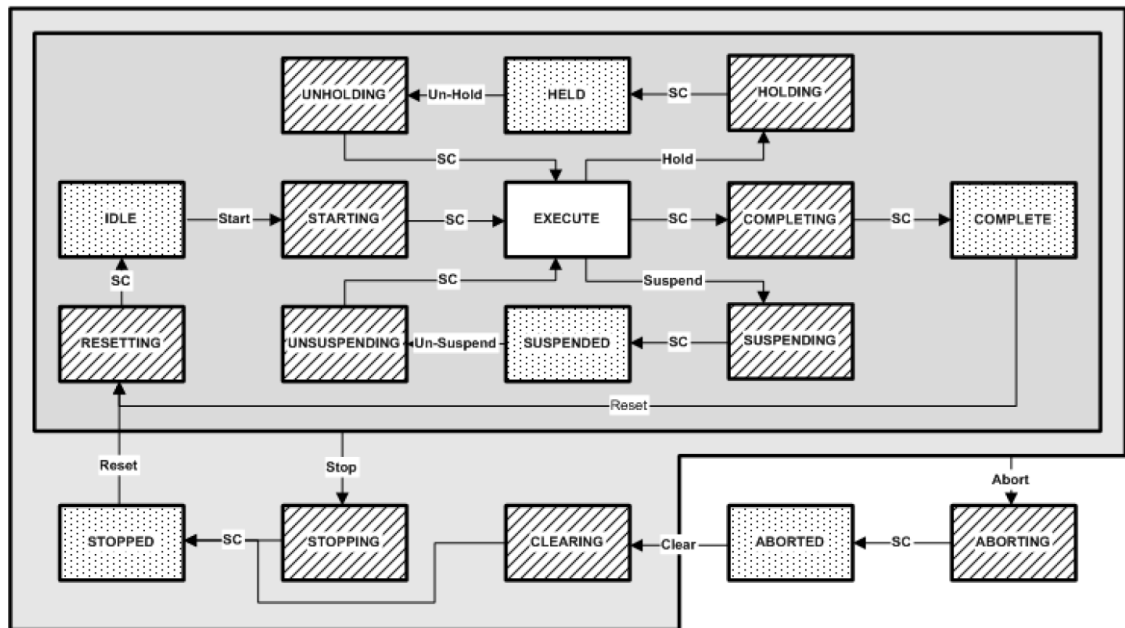
Kuvio 3: Automaatiolaitteet sovitettuna ISA-88.00.01:n fyysiseen malliin [12]

Yhtenäistämällä ja standardoinnilla on yleismaailmallisesti tunnetut hyödyt selkeyttäen ja yhtenäistäen eri toimijoiden välistä vuorovaikutusta. Automaatiojärjestelmän tiedon-

keruun kannalta sekä terminologian että rajapintojen yhtenäistämällä saadaan vähennettyä sekä tiedonkeruujärjestelmän integraatioon tarvittavaa työtä, että tätä kautta saadaan pienennettyä kustannuksia. Standardoidun terminologian hyödyntäminen kaikilla automaatiojärjestelmään yhteydessä olevien tahojen kesken vähentää ristiriitaisuuksia ja lisää kokonaisuuden luotettavuutta. Kuten edellä on mainittu, OMAC PackML on erityisesti pakkauskoneiden ja -järjestelmien yhtenäistämiseen pyrkivä standardi. PackML tähtää laite- ja järjestelmästandardointiin mm. siten, että sekä käyttäjä rajapinnat että kommunikointi rajapinnat olisivat laitteista riippumatta yhtenäiset. Erityisesti laitteiden välisten kommunikointien, ns. vaakaintegraation, yhtenäistäminen tukee myös tiedonkeruun tarkoitus periä. [13]

Automaatiojärjestelmän tiedonkeruun tavallisimmat seurattavat tiedot ovat, tuotantomäärä, tuotantolaitteen toiminta- ja häiriötilaa kuvaavat tiedot. [14] PackML:n keskeinen laitteiden ja järjestelmien sisäiseen ohjaukseen standardoitu osuus on toimintatilat ja kontrollimoodit. Tilamuutosten pohjalta toimiville laitteille käytetään automaatiojärjestelmien yhteydessä ilmausta tilakone, State Machine. Tilakone määrittelyn taustalla on ajatus laitteen jakamisesta osiin, omiksi tilakoneiksi, jotka kommunikoivat keskenään tilalaperusteisesti. Laitteen sisäisen järjestelmän ollessa standardin mukainen, muodostetaan laitteesta tai järjestelmästä kokonaisuutta kuvaava tilakone, joka kommunikoi standardoidusti ulkoisiin rajapintoihin yhteydessä olevien muiden järjestelmän osien ja ylempien järjestelmien kanssa. [14]

PackML standardissa järjestelmätiloja on määritelty 17 ja kontrollimoodeja on kolme, joita laitevalmistaja voi harkintansa mukaan ottaa käyttöön lisää. Tilat ja tilojen väliset yhteydet on esitetty kuviossa 4. Standardin mukaisten tilojen käyttäminen voidaan ulottaa myös järjestelmän yksittäisiin osiin, omiksi tilakoneiksi. Sovelluksesta riippuen jopa toimilaite kohtaisesti muodostetuiksi tilakoneiksi. Pakkauskoneen rakennetta on kuvattu kuviossa 3, jossa vasemman reunan pakkauskone, on jaettu ensin asemaan, Station, ja asema toimilaitteeseen, Actuator. Kumpiakin voi järjestelmässä olla useampia. Tilamallit voidaan näin hyödyntää standardin tarkoittamalla tavalla myös laitteen sisäisessä ympäristössä. Eri osioille määritetään omat tilakoneet, jotka kommunikoivat standardin mukaisesti keskenään. Käyttöliittymän, Human-Machine Interface (HMI), tulee rakentua ohjausyksikön ylimmän tason tilakoneeseen. Loppukäyttäjän näkökulmasta standardoituun tilakoneeseen perustuva HMI helpottaa järjestelmien ymmärtämistä ja integrointia tuotantoympäristöön. Kun tuotantoympäristön HMI:t perustuvat samoihin yhtenäistettyihin tilamalleihin, on standardin mukaisten järjestelmien käyttö yhtenäistä. Tämä vähentää mm. henkilökunnan koulutustarvetta ja mahdollistaa operaattoreiden joustavamman työkierron automaatiojärjestelmien välillä. Yhtenäistettyjen käyttöliittymien ja kommunikointirajapintojen tuomat hyödyt laitteiden ja järjestelmien loppukäyttäjille on määritelty yhdeksi PackML standardin tavoitteeksi. [13]



Kuvio 4: *PackML tilamalli [12]*

Automaatiojärjestelmän ulkoiseen kommunikaatioon käytetään koneen tai järjestelmän ylimmän tason tilakonetta. Laitteiden väliseen kommunikaatioon PackML määrittää PackTagit, jotka ovat valmiiksi nimettyjä muuttujia. Näiden avulla laitteet voivat kommunikoida ja välittää tietoja keskenään standardissa määritellyjä viestejä käyttäen. Kommunikointia varten PackTagit on jaoteltu ryhmiin, komento (Command), tila (Status) ja hallinta (Administration). Tiedonkeruu näkökulmasta standardin määrittämät PackTagit antaa valmiit määrittelyt tavallisesti käytössä oleville kerättäville tiedoille kuten; laitteen tila, hälytykset ja tuotelaskurit. Standardissa mainitaan kommunikaatio esimerkkinä Ethernet pohjainen toteutus OPC⁸ kommunikaationa. Standardoidun kommunikaatio protokollan käyttäminen helpottaa järjestelmien yhteenliittämistä. [12, 13]

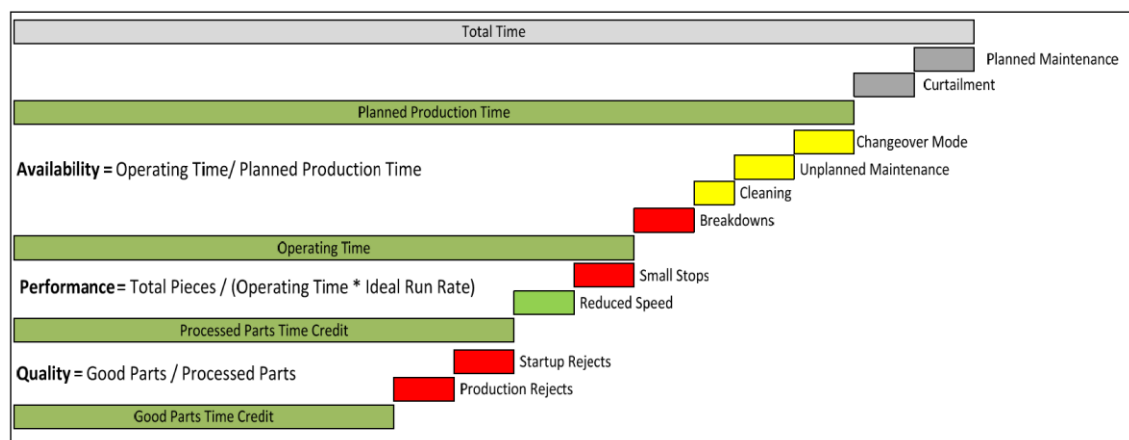
2.3 Tiedonkeruu tuotantoympäristössä

Automaatiojärjestelmien tiedonkeruun tarkoituksena on tukea yrityksen toimintoja ja toimia pohjana päätöksenteolle. Kerättyjen tietojen analysointi ja jalostaminen on usein räätelöity kunkin yrityksen omiin tarkoitukseen. Riippuen kulloisestakin informaatiotarpeesta, kerättävät tiedot ja jalostusaste voivat tuotantolaitoskohtaisesti vaihdella merkittävästi. Suomalaisissa valmistavateollisuuden yrityksissä automaatiojärjestelmistä kerätään automaattisesti mm. käyttötunteja, käyttöasteita, OEE-tietoa, asetus- ja prosessointiaikoja sekä häiriötietoja. Yksi yleisimmin käytetyistä tuotannon tunnusluvuista, Key Performance Indicator (KPI), on edellä mainittu Overall Equipment Effectiveness (OEE),

⁸ Object linking and embedding for Process Control, lisätietoja www.opcfoundation.org

joka kuvaa tuotannon kokonaistehokkuutta, yhdistäen useamman parametrin. Tuotantolinjoilta automaattisesti kerätyn tiedon pohjalta tehdyt analysoinnit eivät sisällä inhimillisyyteen pohjautuvia vaihteluita. Manuaalisesti tehtyyn tiedonkeruuseen ja analysointiin verrattuna automaation avulla informaation luotettavuus ja reaaliaikaisuus paranee, samalla kun resursseja vapautuu tuotannon muihin tehtäviin. [15]

OEE määrittelyn on vuonna 1982 esitellyt Seiichi Nakajima kirjassaan TMP tenkai. Nykyisin OEE:n soveltaminen on myös osa PackML standardia. OEE:n suomalainen käännös on KNL (Käytettävys, Nopeus ja Laatu) ja nämä molemmat koostuvat kolmesta erillisestä parametrista; käytettävyyks (Availability), nopeus (Performance) ja laatu (Quality). Suomenkielinen versio KNL on määritelty kansallisessa PSK 6201 standardissa, jota ylläpitää PSK standardointiyhdistys ry. Kuviossa 5 on esitetty OEE:n virtausmalli ja PackML standardissa esitellyt OEE:n osatekijät. PackML standardissa on esitetty, miten OEE:n laskenta voidaan suorittaa käyttämällä standardissa määriteltyjä PackTag:ejä. OEE on määritelty PackML standardissa pakkauslaitteiden operointipaneeleissa esittämisen näkökulmasta. Tämä tukee standardin ”common look and feel” ajatusta, jossa tuotantoympäristön kaikki laitteet näyttäytyisivät käyttäjille mahdollisimman samanlaisina ja vertailukelpoisina. [13, 16, 17]



Typical OEE Waterfall Object

Kuvio 5: ISA-TR88.00.002 mukainen tyypillinen OEE virtausmalli [12]

Automaatiojärjestelmästä kerättävien tuotantotietojen tallennus, analysointi ja visualisointi toteutetaan yleensä joko MES- tai ERP-järjestelmien käyttöliittymissä, tai molemmissa. Tiedonkeruuseen perustuva informaatio on teollisuudessa yleisesti linkitetty aikaan perustuvaksi informaatioksi. Riippumatta teollisuuden alasta, yleiset tuotannon tehokkuuden seurantaan liittyvät mittarit perustuvat valitun seurantajakson aikana tuotannossa tapahtuneisiin suoritteisiin tai tapahtumiin. Mittarit voi olla joko yleisiä, kuten

edellä mainittu OEE⁹, tai tietyille tuotantoprosessille räätälöityjä kyseisten prosessien ominaisuuksia kuvaavia mittareita. Kerättävien tietojen määrittelyssä kukin tuotantoyksikkö tekee valinnat omien informaatiotarpeidensa mukaan. Aikaan sidottuna kerätyistä tiedoista saadaan muodostettua ”juoksevia” visuaalisia graafisia esityksiä, joita voidaan paikallisesti integroida laitteen tai järjestelmän käyttöliittymään ilman ylemmän järjestelmän automaattista analysointia. [14]

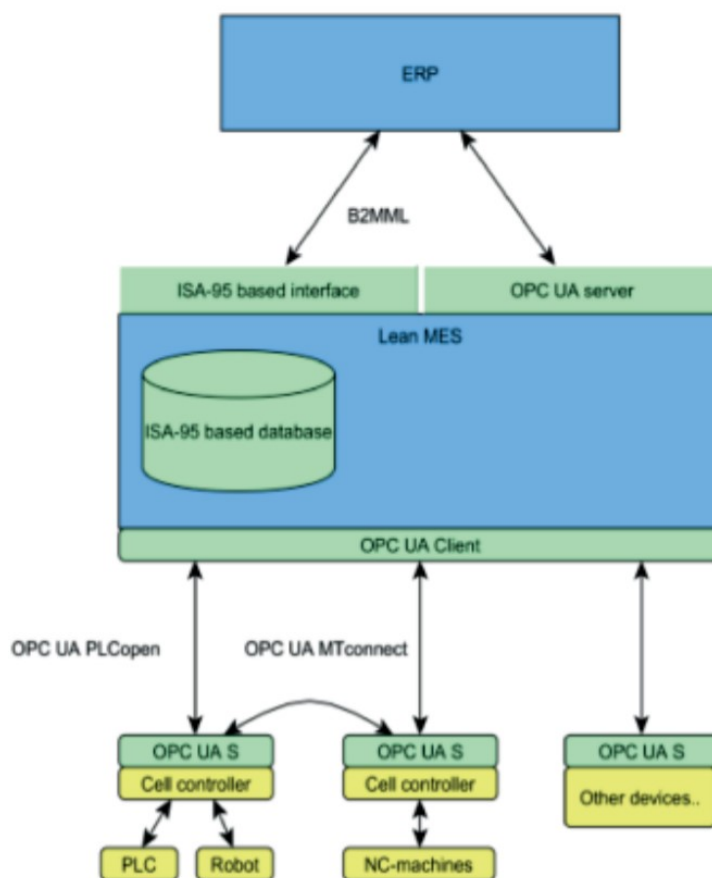
Tiedonkeruulla pystytään seuraamaan automaatiojärjestelmän todellista käyttöastetta ja tämän pohjalta resurssien käyttöä on mahdollisuus optimoida. Optimointiin yhdistyy kunnossapidollisia analysointeja, kuten käytettävyyteen ja vikataajuuksiin perustuvat analyysit, joita voidaan seurata automaattisesti kerätyistä tiedosta. Optimointina voidaan nähdä eri katsontakannalta ja lähestymistavalta hieman eri asioita, yhteistä näille kuitenkin on, että käytettävissä oleva tuotantokapasiteetti on hyödynnettävä mahdollisimman hyvin. Tiedonkeruulla voidaan tuotannon seuraamisen lisäksi helpottaa tuotantohäiriöiden löytymisessä ja nopeuttaa palautumista. Tiedonkeräämisen hyödyntäminen häiriökohteiden parantamisessa ja pullonkaulojen paikallistamisessa onkin yleistä. Vianhaussa tiedonkeruun hyödyntäminen perustuu häiriösyiden seurantaan. Näistä voidaan myös esiintyvyyden pohjalta muodostaa vikataajuuksia, trendejä sekä ennusteita. [15]

Automaatiojärjestelmän ja tietoa keräävien järjestelmien väliset yhteydet ja rajapinnat ovat keskeisiä tuotantoympäristössä käytettävän tiedonkeruujärjestelmän määrittelyn kohteita. Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) ja tuotannonohjausjärjestelmä (MES) kerää näiden järjestelmien alapuolella olevien tuotantojärjestelmän osien tuottamaa tietoa omiin tietokantoihinsa vain, kun yhteydet tiedon tuottavaan osapuoleen ovat kunnossa. Eri järjestelmätasojen määrittelyn ohella yhteyksiä ja rajapintoja on standardoitu sekä ISA-95 että ISA-88 standardeissa. Tuotantoympäristöjen verkottumisen ja tiedon jakamisen lisääntyessä perinteisten tämän hetkisten standardien määrittämä portaittain tasolta toiselle siirtyvä tiedonvälitys korvautuu suoralla kommunikoinnilla tiedon tuottajan ja tiedon tarvitsijan välillä. Suoriin yhteyksiin hyödynnettävissä olevat rajapinnat alkavat olla yleisesti käytettävissä. Laitekannan uusiutuessa ja olemassa olevien järjestelmien päivittyessä hyödyntämismahdollisuudet paranevat myös kohtuullisen hitaasti muuttuvissa tuotantoympäristöissä.

ISA-95 standardissa on kuvattu oliokaavioina tason kolme järjestelmän sekä ylempien että alempien järjestelmien välillä siirrettäviä tietoja. Useissa ohjelmistoissa on käytössä XML-tiedonesitystapa. Integraation helpottamiseksi ISA-95 standardin tietomallit on toteutettu Business to Manufacturing Markup Language:n (B2MML) avulla. MESA hallinnoi sekä ISA-95 standardia että B2MML. ISA-88 standardissa on määrittelyksiä sekä pysty että vaaka integraatioon. Molempiin suuntiin tapahtuvaan kommunikointiin voidaan käyttää ISA-TR88.00.02:ssa viitattua OPC kommunikointia. OPC:n uusin versio OPC

⁹ OEE, Overall Equipment Effectiveness

Unified Architecture (OPC UA) on abstraktiin tietomalliin perustuvana yleisesti käytettäväksi soveltuva rajapinta. OPC UA on OPC Foundation:in kehittämä ja nykyisin määritelty kansainvälisessä standardissa IEC 62541. OPC UA perustuu palvelin – asiakas (server-client) tyyppiseen kommunikointiin, jossa toinen osapuoli kysyy tietoa ja toinen vastaa kyselyyn. Koska asiakas kyselee palvelimelta tietoja perustuen palvelimen IP-osoitteeseen, voidaan tietoja vaihtaa järjestelmätasosta ja fyysisestä sijainnista riippumatta. Edellytyksenä on, että osapuolten välillä on joko paikallinen verkkoyhteys tai internetyhteys. Kuviossa 6 on kuvattuna järjestelmien välisiä rajapintoja edellä mainituilla tiedonsiirtomenetelmillä. [14, 18, 19]



Kuvio 6: Järjestelmätasojen välistä kommunikaatiota [19]

Tuotantolaitoksessa teollisen internetin verkottuminen alkaa anturi ja toimilaitetasolta, ISA-95:n mukaiselta tasolta 1, ja etenee joko vaiheittain tai suoraan toiminnanohjaustasolle, tasolle 4. Teollisuus 4.0:n ajatus verkottuvan maailman itseohjautumisesta vaatii kommunikointirajapinnat kaikille järjestelmän päällekkäisille tasoille. Tämä on mahdollista toteuttaa, joko yhdistämällä anturi- ja toimilaitetason yksiköt suoraan samaan verk-

koon tietoa tarvitsevan järjestelmän kanssa, tai käyttämällä erillistä gateway-yksikköä rajapintana, josta voidaan sekä kerätä tietoja, että ohjata ja määrittää parametrejä kaikille järjestelmän osille. Tuotantoympäristössä laitteen tai järjestelmän keskusyksikkö esim. PLC tai PC voi toimia yhteyden luojana antureille ja toimilaitteille. Tähän kaikkien osapuolien välisiin yhteyksiin soveltuu OPC UA, joka verkkoyhteyden puitteissa mahdollistaa kommunikoinnin anturitasolta lähtien ja jatkuen aina internet pohjaisiin pilvipalveluihin asti. [18]

Käytännön tasolla OPC UA mahdollistaa tuotantolaitoksen sisällä toteutettavan tietojen vaihdon sekä automaatiolaitteiden ja automaatiojärjestelmien välillä että automaatiojärjestelmistä ja laitteista tietojärjestelmiin. OPC UA:n suorituskyky ei riitä nopeaan ja jatkuvaan reaaliaikaisen tiedon lukemiseen ja toimilaitteiden ohjaukseen. Laitteiden ja järjestelmien ohjauksessa on yleensä käytettävä laitekohtaisesti valittua tarkoituksen mukaista kenttäväylää tai suoraa I/O-ohjausta reaaliaikaisen ohjauksen aikaan saamiseksi. Järjestelmien väliseen tiedonvaihtoon ja tiedonkeruuseen, jossa tietoa keräävä osapuoli kyselee tarkoituksen mukaisin väliajoin tarvitsemiaan tietoja, OPC UA puolestaan soveltuu hyvin. Standardoidulla koko yrityksen kattavalla rajapinnalla on mahdollista löytää kustannustehokkaita tapoja toteuttaa sekä pysty että vaaka integraatiota. [18]

Kerätessä tietoa automaatiojärjestelmästä on tiedon jatkohyödyntäminen mahdollista vain, kun tiedot on tallennettu siten, että se on helposti löydettävissä ja luettavissa. Tietojen kerääminen ja tallentaminen niin, että kaikki mahdollinen tieto kerätään ja tallennetaan, saattaa muodostaa valtavan tietomäärän. Suurten tietomäärien tallentaminen paikallisesti voi olla haasteellista ja kuluttaa turhaan resursseja. Kerättävien tietojen määrittelyssä onkin syytä käyttää harkintaa ja analysoida, mitkä tiedot ovat tarpeellisia ja mikä on tiedon käytettävyyden kannalta riittävä näytteenottotaajuus. Tietojen tallennuksessa on kokoaanisintegraation kannalta hyödyllistä käyttää standardoituja tietomalleja. ISA-95 standardissa on määritykset tiedonsiirron ohella myös standardille tietomallille. Mitä syvempi pystysuuntainen integraatio yrityksessä on, sitä tärkeämmäksi yhtenäisen tietomallin merkitys eri järjestelmien välillä muodostuu. Jotta tietojen merkitys pysyy samana kaikissa vaiheissa, on syytä käyttää myös samaa standardoitua terminologiaa kaikilla järjestelmätasoilla.

Tietomallin yksityiskohtainen määrittäminen on keskeinen osa tietojärjestelmän määrittästä ja tähän on syytä perehtyä jo järjestelmää valittaessa. Hyvin suunniteltu johdonmukainen tietomalli tukee yrityksen toimintaa koko järjestelmän elinkaaren ajan. Vastaavasti epäonnistunut tietomallin toteutus saattaa rajoittaa yrityksen toimintoja kaikilla järjestelmätasoilla. Erillisten järjestelmien hyödyntäminen eri tasoilla, saattaa olla hyvä ratkaisu yrityksissä joissa on paljon toiminnallisuuksia. Näin eri toiminnoille voidaan valita parhaiten yrityksen toimintaan soveltuva järjestelmä ilman kokonaisuuden vaatimia kompromisseja. Keskeistä tietomallin määrittelyssä on ottaa huomioon vuorovaikutuksen merkitys eri järjestelmien ja järjestelmän osien välillä. Hyvin suunniteltuun tietojärjestelmään

myös automaatiojärjestelmän tiedonkeruun integrointi ja hyödyntäminen on helpompaa. [20]

2.4 Tiedon hyödyntäminen ja informaation esittäminen

Automaatiojärjestelmistä kerätyn tiedon luotettavuus nousee keskeiseen rooliin, kun kerätyistä tiedoista tuotettua informaatiota hyödynnetään. Tiedonkeruutavan ja mahdollisten rajoitteiden tuntemus auttaa ymmärtämään, mitä kerätty tieto todellisuudessa kuvastaa. Informaatiota luodessa ja tietoa analysoitaessa, taustojen tuntemus auttaa hyödyntämään tietoa oikein, lisäten informaation luotettavuutta. Informaation kuluttajan on voitava luottaa samaansa informaatioon, riippumatta varsinaisista informaation taustalla olevista tiedoista ja analytiikasta.

Kerätyn tiedon analysoiminen ja jalostaminen selkeästi ymmärrettävään muotoon on tiedon käytettävyyden kannalta olennainen asia. Kuten professori Steven Glaser Kalifornian Yliopistosta on jo vuonna 2003 todennut, ”ihmiset haluavat vastauksia, ei numeroita”[21] kuvastaa hyvin tiedon jalostamisen merkitystä. Esimerkkinä voidaan käyttää yksinkertaistettua kuvitteellista tilannetta, jossa hetkellistä tuotantokapasiteettia esitetään joko lukuna tai yksinkertaisena grafiikkana esimerkiksi 900 tuotetta tunnissa. Tämä sisältää pelkkää aikayksikköön sidottua tuotannosta kerättyä tietoa, ilman vertailuarvoa. Saman kapasiteettitiedon yhteyteen voidaan ilmoittaa tavoitetaso ja lisätä erotusta kuvaava prosentti arvo. Tällöin saadaan aikaan helposti ymmärrettävä informaatio, josta kuka tahansa ymmärtää mikä on hetkellinen tilanne tuotannossa. Esimerkiksi, että kapasiteetti on 900/h, tavoite 1000/h ja 10% alle tavoitetason. Se, miten kerätyt tiedot esitetään ja miten tiedot on analysoitu, vertailtu ja esitetty, on tietojen luotettavuuden ohella tärkeässä roolissa. Käyttötarkoitukseen vajavaisesti analysoidut ja epäselvästi esitetyt tiedot saattavat johtaa virheellisiin tulkintoihin.

Kuten edellä mainittiin, tiedon jalostus informaatioksi ja erityisesti informaation esittämisen merkitys on ratkaisevassa roolissa, kun informaatiota hyödynnetään. Tietoja keräävien ja tallentavien järjestelmien tietokannoista tietoja voidaan hakea ja jalostaa lähes rajattomasti, joka mahdollistaa saman kerätyn ja tallennetun tiedon hyödyntämisen useisiin eri tarkoituksiin analysoituna. Teollisuusympäristössä on hyödynnetty eri tietojärjestelmistä tuotettuna linjakohtaisia informaationäyttöjä, joissa olennaiset informaatiot ovat yleensä visuaalisesti esitetty kullekin sijoituspaikalle tarkoituksen mukaisena. Eri käyttäjäprofiileille räätälöityjä näkymiä on toteutettu mm. LeanMES-projektissa [14]. Projektissa toteutetut näkymät on kuvattu kuviossa 7. Työpiteillä saattaa olla myös kirjautumisen perusteella mukautuvia näkymiä eri henkilöstöryhmille tai henkilökohtaisesti räätälöityinä. Informaation ajantasaisuudella on myös ratkaiseva merkitys käytettävyyteen ja hyödyllisyyteen.



Operatiivinen dashboard
Kertoo koneiden tilasta
Reaaliaikainen



Taktinen dashboard
Kertoo tuotannon tehokkuudesta
Päivitetään tunnin välein



Strateginen dashboard
Kertoo koko yrityksen tilasta
Päivitetään kuukausitasolla

Kuvio 7: LeanMES projektissa toteutetut visualisoinnit [14]

Päivittäisen tiedolla johtamisen taustalla on oltava riittävän laaja ja luotettava tietomäärä, joka otetaan huomioon eri näkökulmista. Automaattinen tiedonkeruu mahdollistaa suurten tietomäärien huomioon ottamisen. Suuria tietomääriä käsiteltäessä korostuvat sekä tiedon analysointi että olennaisen informaation muodostaminen ja esittäminen. Stephen Few on kiteyttänyt ”dashboard” määritelmän: ”Dashboard on visuaalinen näkymä yrityksen kaikkein tärkeimmästä informaatiosta siten, että informaatio on sijoitettu yhdelle näytölle, mikä mahdollistaa toiminnan seuraamisen yhdellä silmäyksellä”[14]. Reaaliaikaisesti koko organisaation käytettävissä oleva ja luotettavasti kerätty tietopohja, mahdollistaa faktoihin perustuvan päätöksenteon kaikilla organisaation tasoilla. Epävarmuustekijöiden väheneminen lisää itseohjautuvuutta ja reaaliaikaisen informaation pohjalta tuotannossa tapahtuviin muutoksiin ja häiriöihin pystytään reagoimaan nopeammin. Nopeamman reagoinnin ja suoraviivaisemmalla päätöksenteolla voidaan saavuttaa suotuisaa kehitystä tuotannon tehokkuudessa. Nopeampi reagointi mahdollistaa myös tuotannossa tapahtuvan epäkurantin tuotannon vähenemisen ja näin ollen pienentää hukan määrää tuotannossa.

Kunnossapito on yksi merkittävä automaatiojärjestelmistä kerätyn tiedon hyödyntäjä nykyaikaisessa tuotantoympäristössä. Kerättyyn tietoon perustuen voidaan tehdä analysointia automaatiojärjestelmien kunnosta ja suunnitella kunnossapitotoimet perustuen järjestelmän todelliseen tilaan. Kuntoon perustuva kunnossapito, Condition Based Maintenance (CBM), edellyttää järjestelmän tietojen keräämistä ja analysointia yleensä eri lähtökohdista, kuin mitkä ovat tuotannon tarpeet. Kunnossapitojärjestelmät ovat yleensä erilisiä kunnossapidon tarpeisiin kehitettyjä järjestelmiä. Tuotannon ja kunnossapidon tietoja keräävät järjestelmät voidaan linkittää vaihtamaan tietoa myös keskenään. Näin säästytään päällekkäisten tietojen tallennukselta ilman kompromisseja. CBM voidaan jakaa kahteen eri tietoa keräävään kategoriaan, järjestelmän tapahtumat ja järjestelmän kuntoa kuvastavat mittaukset. Tapahtumat sisältävät mitä järjestelmässä on tapahtunut ja mitä sille on tehty, kun taas mittaukset voivat sisältää värinä-, lämpötila- jne. mittauksia järjestelmän eri osista. Kerättyjen tietojen pohjalta tehdään analysointia, johon lisääntyvässä määrin käytetään tekoälyä. Tekoälyn käyttö räätälöidyissä automaatiojärjestelmissä on vielä haastavaa, koska järjestelmien erilaisuudet pitää opettaa tekoälylle ennen kuin saadaan luotettavia tuloksia. [22]

2.5 Tulevaisuuden tiedonkeruu

Tulevaisuudessa teollisuus 4.0:n kaltaiset verkottumiseen ja IIoT:n määrittelyyn sopivat tietoa keräävät toteutukset tulevat lisääntymään kaikilla yhteiskuntatoimintojen alueella. Tämä tulee omalta osaltaan edistämään sekä digitalisaatiota että teollisuuden neljättä vallankumousta. Teollisuusympäristössä neljännen vallankumouksen laajeneminen ottaa ensiaskeleita, lähinnä itsenäisinä verkottuneina palveluina. Teollisuus 4.0:n joustavuuteen ja automaation itseohjautuvuuteen tähtäävän murroksen ensiaskeleita ovat automaattinen tiedonkeruu ja tietojärjestelmien integraatio. Tulevaisuutta ja radikaaleja teknologioita käsittelevässä eduskunnan tulevaisuusvaliokunnan julkaisussa 1/2018 todetaan, että ”Joustavat tuotantolinjat voivat informaatioteknologian avulla tuottaa lyhyitä sarjoja ja moninaisia tuotteita. Kehityksen ääripäässä 3D-tulostin tai kätevä robotti voi valmistaa hyvin suuren joukon erilaisia tuotteita jopa yksilöllisesti [23].” Tämä viittaus tuotantolinjojen joustavuuteen linkittyy teollisuus 4.0:llaan ja on osoitus että, myös Suomen valtio pyrkii ennakoimaan käynnissä olevaa murrosta ja sen vaikutuksia yhteiskuntaan.

Automaattisen tiedonkeruun hyödyntäminen tuotannon optimoinnissa mahdollistuu tuotantoprosessin eri vaiheista kerättyjen tietojen yhdistämisellä ja automaattisella reaaliaikaisella analysoinnilla esimerkiksi tekoälyn avulla. Tämä vastaa tuotantoprosessin manuaalisten simulointimallien automaattista hyödyntämistä. Perinteisesti parametrien syöttäminen ja valitseminen on tehty manuaalisesti yksitellen tai taulukkoina ja tulosten perusteella ihminen on päättänyt mitä parametrimuutoksia kokeillaan seuraavaksi. Kun tämä prosessi automatisoidaan ja parametreiksi yhdistetään reaaliaikaiset tuotantoprosessista saatavat tiedot, voidaan prosessia optimoida reaaliaikaisesti haluttujen tavoitteiden mukaisesti. Tavoitteina voi olla mm. tuotantonopeuden tai -laadun perusteella optimointi.

Tekoälyn ohjaamana tällä voidaan olettaa saavutettavan myös ennakoivaa parametrien optimointia. Tekoäly pystyy vertailemaan suuria määriä historiatietoja reaaliaikaisiin tietoihin. Vertailun tuloksena tekoälyn voidaan olettaa pystyvän ennakoimaan tulevia prosessia järkyttäviä muutoksia ja kompensoimaan muutoksia jo ennen niiden ilmenemistä, varmistaen parhaan mahdollisen kokonaistuotoksen.

Kuten johdantoluvussa esiin nostettu esimerkki osoittaa, tekoälyn avulla on jo onnistunut löytämään tuotantolaitteiden tuottamia prosessin aikana piilossa olleita ongelmia. Esimerkkitapauksessa pystyttiin sekä estämään virheellisten tuotteiden pääsy markkinoille että välttymään merkittävilta taloudellisilta vaikutuksilta. Tämän kaltaisten mahdollisuuksien hyödyntämisen uskotaan lisääntyvän erilaisissa tuotantoympäristöissä ja käyttökohteissa. Automaatiojärjestelmissä toteutettava automaattinen ja reaaliaikainen laadunvalvonta tulee lisääntymään erilaisissa muodoissa. Erityisesti tekoälyn hyödyntämiselle uskotaan löydettävän lisää käyttökohteita, joissa automaattisesti kerättyä tietoa analysoidaan reaaliajassa. Näin on mahdollista löytää piileviä ongelmia, joita ei suoraan yksittäisillä mittauksilla voida todentaa. [1]

Digitalisaation hyödyntämistä on mahdollista laajentaa tuomalla arvoketjun optimointiin tietoja myös tuotantoympäristön ulkopuolelta. Kun prosessien ohjaukseen yhdistetään ulkopuolisia tietoja, kuten esimerkiksi sähkönhinnan ennusteet, voidaan sähköenergiaa käyttävien prosessien kustannustehokkuutta optimoida reaaliaikaisesti. Järjestelmäintegraation hyväksikäyttö tuotannon aikataulutuksessa ja suunnittelussa mahdollistaa kokonaisoptimoinnin ennakoitavien kustannusten ja tilausten valmistusjärjestyksessä hyödykkeiden kustannusten ja kulutuksen optimoinnin. Ulkopuolisten muuttujien huomioon ottaminen ja reaaliaikainen optimointi ei muuttuvassa ympäristössä välttämättä ole mahdollista manuaalisilla menetelmillä.

Kerätyn tiedon yhdistäminen automaatiojärjestelmän digitaaliseen kaksoseen, digital twin, mahdollistaa, jo edellä mainitun prosessin optimointi lähestymisen lisäksi, järjestelmän tarkemman elinkaaren hallinnan, Product Lifecycle Management (PLM). Teollisuus 4.0:n ideologian toteuttaminen edellyttää, että jokaiselle tuotetulle yksikölle ja yksiköistä rakennetulle kokoonpanoille ja laitteelle on muodostettava digitaalinen kaksonen, johon elinkaaren aikaiset tiedot liitetään. Tämä tarkoittaa kaiken kattavaa arvoketjun digitalisointia ja kaiken kerätyn tiedon liittämistä tähän digitaaliseen kaksoseen, joka vastaa tuotteen fyysisiä ominaisuuksia digitaalisessa ympäristössä. Tässä kehityksessä IIoT:n verkottuminen ja älykkäiden antureiden tuottamat tiedot ovat merkittävässä roolissa.

Tulevaisuuden tiedonkeruu järjestelmän osaksi voidaan liittää myös sosiaalisen median tuomat mahdollisuudet sekä aktiivisesti kysellä tietoa että hyödyntää aitojen ihmisten käyttäytymisestä analysoitavissa olevaa informaatiota. Joustavien tuotantoratkaisujen myötä tulevaisuudessa tuotteet voidaan tehdä yhä yksilöllisemmin ja huomioida loppuasiakkaan toiveet yhä varhaisemmassa vaiheessa. Asiakaskäyttäytymistä voidaan ennus-

käyttäytymistä. Turvallisuusalan yrityksissä ihmiselle tarkkaavaisuutta vaativaa valvontatyötä suoritetaan automaattisesti reaaliaikaista videokuvaa analysoimalla. Teollisuusympäristössä laaduntarkkailua on tehty konenäkösovellusten avulla jo pitkään. Myös perusanturointia on mahdollista korvata tulkitsemalla videokuvaa, esimerkiksi laskemalla tuotevirtaa suoraan reaaliaikaisesta videokuvasta, samalla kun tehdään laadun tarkkailua.

Tiedonkeruun kasvuun uskotaan laajasti. Kasvun mahdollistajiksi IEEE-SA mainitsee Internet of Thing (IoT) Ecosystem Study:saan mm. teknologian kehittymisen, että kehitettyjen tuotteiden ja palveluiden hintojen laskun. Teollisuusympäristön tiedonkeruuseen liittyvinä mm. antureiden luotettavuuden, fyysisen koon, energiatehokkuuden ja hinnan oletetaan kehittyvän suotuisasti. Julkaisussa toinen merkittävä teollisen ympäristön teknologinen kehittymisalue on verkottuminen ja kommunikointi. Tähän liitetään samoja elementtejä kuin antureihin, kuten luotettavuuden kasvu ja hintojen lasku. Verkottumisessa nyt käytettävissä olevien mobiiliverkkojen ja Wi-Fi:n todetaan olevan jo kaikkialla käytettävissä. Kehitysodotukset ovat korkealla hajautetuissa järjestelmätoteutuksissa, Fog networks. Fog networks idea on hajauttaa keskitetty pilvipohjainen palvelu prosessoitavaksi mahdollisimman tehokkaasti tiedon tuottajan ja kuluttajan välillä. [9] Tätä hajauttamisideologiaa jalostamaan on, vuonna 2015, joukko tieto- ja verkkoteknologian yrityksiä perustanut OpenFog Consortiumin¹⁰. OpenFog Consortium kertoo tavoitteikseen ajaa sekä teollista että akateemista hajautukseen liittyvää kehitystä osana jatkumoa, jossa pilvipalvelut integroituvat laitteisiin.

IEEE-SA toteaa IoT:n haasteeksi erityisesti tietoturvan. IEEE-SA käyttää ilmausta nelinkertainen luottamus. Tiedon omistajalla on oltava varmuus, että hänen tietonsa on:

- Suojattu häviämiseltä ja muuttumiselta
- Suojattu tahallisilta hyökkäyksiltä, kuten haittaohjelmat
- Suojattu ulkopuolisten pääsylvä yksityisyyden säilyttämiseksi
- Suojattu tahattomalta häviämiseltä, korruptiolta ja paljastumiselta

Näissä suojauksissa olevilla puutteilla todetaan olevan jopa henkeä uhkaavia seurauksia. Tämä on helpointa mieltää terveydenhuoltoalan sovelluksissa, mutta esimerkiksi autonominen ajoneuvojen tapauksessa ympäristöä havainnoivien antureiden manipuloinnilla on potentiaalinen henkeä uhkaava vaikutus. Teollisuusympäristössä vaikutukset ovat pääasiassa taloudellisia. Toimialasta riippuen esimerkiksi elintarvike- ja lääketehtaissa on mm. tuotereseptien manipuloinnilla mahdollisuus aiheuttaa terveysuhkia. Myös tuotantolaitteiden turvalaitteiden manipuloinnilla voi olla kohtalokkaat seuraukset.[9]

¹⁰ Lisätietoja: <https://www.openfogconsortium.org/>

3. INFORMAATIOTARPEEN SELVITYS ASIAKKAAN NÄKÖKULMASTA

Tämän työn tarkoituksena on tutkia kohdeyritykselle, mitä tietoja on tarve kerätä yrityksen valmistamista automaatiojärjestelmistä. Tarvittava tieto määritellään analysoimalla kohdeyrityksen asiakaskunnassa suoritettua haastattelututkimuksen pohjalta. Tutkimusaineisto kerättiin valitulle tutkimusjoukolle tehdyllä puolistrukturoidulla haastattelututkimuksella. Osallistujia haastattelemaan selvitettiin, mitä informaatiota he automaatiojärjestelmästä nykyään käyttävät, miten informaatiota on kerätty ja näkemyksiä heillä on mahdollisista tulevaisuuden informaatio tarpeista. Vastauksia analysoimalla muodostettiin käsitys siitä, mikä on tämän hetken informaatiotarve kohdeyrityksen asiakaskunnassa.

3.1 Haastattelututkimuksen suunnittelu ja toteutus

Tämän tutkimuksen tutkimusmetodiksi valittiin haastattelututkimus. Alkuperäinen toteutussuunnitelma oli haastatella osallistujat strukturoidun kyselylomakkeen pohjalta. Tällä kvantitatiivisella lähestymistavalla tulokset olisi voitu tulkita melko suoraviivaisesti ennalta määrättyjen vastausvaihtoehtojen pohjalta, tilastollisia menetelmiä hyödyntäen. Esitutkimuksen jälkeen strukturoidusta kyselystä päätettiin luopua. Strukturoitu kyselylomake oli laadittu sellaisella lähestymistavalla, jossa osallistujilta kysyttiin lähtökohtaisesti kerättävään tietoon liittyviä asioita. Esitutkimuksen jälkeen aineiston keruu menetelmä vaihdettiin strukturoidusta kyselylomakkeesta puolistrukturoituun kyselylomakkeeseen. Tähän päädyttiin, koska strukturoitu kysely rajoittaisi osallistujien vastaukset lomakkeenlaatijan hypoteeseihin perustuviin, ennalta määrättyihin vastausvaihtoehtoihin. Tässä tutkimuksessa tarkoitus oli saada esiin myös hypoteesien ulkopuoliset yllättävät tulokset, joita valmiit vastausvaihtoehdot olisivat rajoittaneet. Lisäksi katsontakan-
taa muutettiin siten, että haastattelun kysymykset muotoiltiin koskemaan käytettävää informaatiota, ei kerättävää tietoa. Tutkimuksen tulosten hyödyntämisen kannalta oleelliseksi arvioitiin, että tulosten yleistettävyyden pitää olla hyvällä tasolla. Tämän tutkimuksen kannalta yleistettävyyteen tähdättiin valitsemalla rajattu epähomogeeninen osallistujajoukko, ei lisäämällä osallistujien määrää. Edellä mainittuihin seikkoihin perustuen valittiin haastattelun muodoksi vapauksia antava puolistrukturoitu lomakehaastattelu harkinnanvaraisella osallistuja poiminnalla.[25, 26]

Tässä tutkimuksessa kerättävän tiedon määrittelyä lähestyttiin käytössä olevan informaation pohjalta, kuten edellä on mainittu. Tämä informaatio on jalostettu kerätyn tiedon pohjalta johonkin tiettyyn käyttötarkoitukseen, eli tarpeeseen. Haastattelujen runkona olevaa kysymyslomaketta lähdettiin kokoamaan sellaisesta olettamuksesta, että osallistujan ei välttämättä tarvitse olla tietoinen mistä käytettävä, tiettyyn tarpeeseen jalostettu

informaatio on peräisin. Tämän lähestymistavan taustalla oli tavoite olla rajoittamatta ja johdattelematta osallistujan vastauksia ja antaa osallistujan vapaasti vastata kysymyksiin ilman ennakkorajoitteita. Informaatioon perustuvalla lähestymistavalla välttyttiin myös osallistujan omalta tulkinnalta informaation alkuperästä. Tällöin osallistujan ei tarvinnut pilkkoa käyttämäänsä informaatiota osiin, eli yksittäisiin kerätyihin tietoihin, vaan heiltä kysyttiin, mitä informaatiota vastaajan yrityksessä käytetään ja mitä he uskoivat, että tulevaisuudessa käytettäisiin.

Tutkimushaastattelut haluttiin tehdä ilman ennakkohypoteeseja. Hypoteesien vaikutukselta ei kuitenkaan pystytä kokonaan välttymään, vaikka koko prosessin ajan pyritään objektiivisuuteen. Näin ollen mainittakoon tiedostetut hypoteesit jotka vaikuttavat tutkimuksen rakentumiseen, jotta lukija voi arvioida niiden mahdollista vaikutusta kokonaisuuteen. Automaatiojärjestelmästä käytettävän informaation oletetaan jakautuvan selvästi kahteen eri tarkoitukseen: tuotannon tarpeisiin ja kunnossapidon tarpeisiin. Toinen hypoteesi liittyy tiedon jakamiseen yrityksen ulkopuolelle. Yritysten oletetaan lähtökohtaisesti pitävän kaikkea toiminnastaan kerättyä informaatiota omana yrityssalaisuutenaan, jota ei ilman perusteltua syytä jaeta yrityksen ulkopuolelle.

Osallistujien määrittelyssä käytiin läpi kohdeyrityksen asiakaskunnan yrityksiä ja arvioitiin, miten saataisiin valikoitua mukaan kattavasti eri kokoisia asiakasyrityksiä. Osallistujien valinnassa pyrittiin välttämään osallistujajoukon samankaltaisuutta. Keskenään samankaltaisten yritysten voitiin olettaa hyödyntävän keskenään samaa informaatiota, joka ei tue tutkimuksen tavoitetta löytää laajasti eri informaatioita. Tämän oletuksen pohjalta, yhdessä kohdeyrityksen kanssa tehtiin arvio, että asiakaskunnasta valitaan kuusi toisistaan poikkeavaa osallistujayritystä. Tutkimukseen valitut yritykset edustavat laaja-alaisesti suomessa toimivia kohdeyrityksen asiakkaita pakkaavasta teollisuudesta, yksittäisen toimipisteen yrityksestä aina monikansalliseen monialaiseen konserniin. Tällä pyrittiin varmistamaan, että tuloksiin saadaan mukaan erilaisissa toimintaympäristöissä toimivien yritysten näkemykset. Kohdeyritys nimesi kustakin valitusta yrityksestä osallistujajoukkoon, joilta kultakin kysyttiin halukkuutta osallistua tähän tutkimukseen. Osallistuvat henkilöt toimivat kunkin yrityksen laaja-alaisessa teknisessä virassa ja he ovat päivittäin tekemisissä tutkimuksen kohteena olevan aiheen kanssa. Päivittäisen informaation hyödyntämisen lisäksi he osallistuvat aihepiiriin liittyvien investointien määrittelyyn ja hankintaan, mikä osaltaan lisää vastausten luotettavuutta. Valitulla rajatulla otannalla uskotaan saavutettavan saturaatio osallistujajoukon pienestä koosta huolimatta. [26]

Tutkimushaastatteluiden suunnittelussa otettiin huomioon vastaajien toimintaympäristö ja pyrittiin varmistamaan, että vastaajilla olisi mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman neutraali haastattelutilanne ja että haastattelusta aiheutuisi haastateltavalle mahdollisimman vähän vaivaa. Vaiva pyrittiin minimoimaan tarjoutumalla tulemaan haastateltavan toimipaikkaan haastateltavan valitsemana ajankohtana. [25] Puhelimitse suoritettua tutkimukseen osallistumishalukkuuskyselyn yhteydessä tutkimus esiteltiin osallistujille ja heille lähetettiin puhelun jälkeen sähköpostilla tutkimuksen saate ja kysymyslista. Näin

haastateltavalla oli mahdollisuus tutustua haastattelun aineistoon etukäteen. Haastattelutilanne pyrittiin pitämään keskustelumuotoisena ja avoimena. Haastattelusta tehtiin kirjalliset muusitiinpanot jotka toimivat tutkimusmateriaalina. Luottamuksellisuutta korostettiin lupauksella että yksittäisiä haastatteluvastauksia eikä vastaajia tulla julkaisemaan. Suunnitelma oli haastattelun aluksi pyrkiä nostamaan esiin keskustelun aiheet, joilla haastateltava saatiin huomaamaan, että sekä hänen substanssi osaamistaan ja kokemustaan että hänen panostaa tähän tutkimukseen arvostettiin. [25] Tavoitteena oli edelleen varmistaa, että vastaajalla oli luottamus haastattelijaan ja näin välttyä mahdolliselta vastaus-ten rajaukselta.

Tutkimuskysymyksiä laadittiin yhteensä 20 kappaletta. Nämä jaoteltiin kolmen alaotsikon alle, jotka kuvaavat kysymysten jaottumista eri tarkoituksien alle. Alaotsikot ovat seuraavat: Tämän hetken tilanne yrityksessänne, Miten tiedonkeruu on toteutettu ja Kehityssuunnitelmat tiedonkeruun suhteen. Kysymyslomake on esitetty liitteessä B. Seuraavaksi kunkin alaotsikon tavoitteita on avattu otsikkotasolla.

Tämän hetken tilanne yrityksessänne

Yrityksen tämän hetken informaation käyttöä ja keräystä selvitettiin yhdeksällä kysymyksellä. Näiden kysymysten tarkoituksena oli selvittää, mitä informaatiota yrityksessä käytetään, miten informaatio ohjaa yrityksen toimintaa sekä miten informaatiota tuotetaan. Lisäksi selvitettiin informaation keruun automaatioastetta sekä mahdollisia tiedossa olevia puutteita ja rajoitteita.

Miten tiedonkeruu on toteutettu

Tällä hetkellä käytössä olevia toteutustapoja ja tekniikoita selvitettiin seitsemällä kysymyksellä. Keskeinen tavoite näillä kysymyksillä oli tarkentaa yksityiskohtaisemmin nykyisten automaatiojärjestelmien integroitumista tuotantolaitoksen informaation tuottamiseen. Informaation keruun keskeistä tavoitetta eli informaation jakamista sekä säilyttämistapoja selvitettiin sekä sisäisen että ulkoisen jakamisen ja säilyttämisen näkökulmista. Erityisesti kohdeyritystä kiinnosti suhtautuminen järjestelmätoimittajan itselleen keräämän informaation jakamiseen järjestelmätoimittajan omaan käyttöön.

Kehityssuunnitelmat tiedonkeruun suhteen

Näkemyksiä tulevaisuuden informaatiotarpeista ja visioita informaation keruun kehittämisestä kunkin osallistujan yrityksessä selvitettiin neljällä kysymyksellä. Tarkoituksena oli saada tulevaisuuden informaatiotarpeet esiin, sekä selvittää näkemyksiä ja kokemuksia kerätyn informaation automaattisesta analysoinnista.

3.2 Haastattelututkimuksen tulokset

Haastattelussa kerätty aineisto on koottu ja esitetty kunkin otsikkotason alle. Yksittäisten kysymysten vastauksia ei ole avattu. Haastattelun vastauksista oli nähtävissä, että yleisimmin käytetty informaatio oli tuotantomäärään sidonnaista informaatiota kuten tarkastelujakson aikana valmistuneet tuotteet, sekä tuotanto- ja häiriö aikoja. Tutkimustulokset on koottu ja esitetty taulukossa 1. Seuravaksi haastattelujen vastauksia on avattu kunkin alaotsikon kokonaisuuksina.

Tämän hetken tilanne

Vastausten perusteella automaatiojärjestelmästä käytettävä informaatio on keskittynyt tuotantomäärän ja tuotantokapasiteetin seurantaan. Tuotantolinjojen seurannan keskeiseksi informaatioksi koetaan myös toimintatilojen ja häiriöiden seuranta. Yrityskohteisesti informaatio on jalostettu ja esitetty räätälöidysti kullekin käyttäjäryhmälle, ryhmän tarpeiden mukaan. Yleisesti käytetty kokonaistehokkuutta kuvaava avainluku on OEE¹¹, jota jossain muodoissa käytettiin kaikissa yrityksissä. Yleinen käytäntö oli käyttää OEE ilmausta, vaikka laatuparametriä ei ollut määritelty joko ollenkaan, tai vain osittain. Laadun automaattista kirjausta käytettiin osassa yrityksiä yksittäisen laitteen OEE laskennassa. Tällöin laitteen laatuparametri oli selkeämmin määriteltävissä kyseisen laitteen osalta. Yleisellä tasolla koettiin, että laadun mittaaminen voidaan aloittaa vasta laadun määrittelyn jälkeen. Osa laadullisista ominaisuuksista koettiin hankalasti rajattavaksi. Kun laatuksiteerit ja raja-arvot on ensin määritelty, vasta sen jälkeen päästään arvioimaan laadun tarkistuksen automatisointi mahdollisuuksia tiedonkeruun pohjaksi.

Informaation käyttö- ja jakamiskäytännöt vaihtelivat merkittävästi keruutapojen vaihdellessa. Pääsääntöisesti automaattisesti kerätty tieto on jalostettu informaatioksi lähes reaaliaikaisesti, kun taas manuaalisesti kerättävän tiedon jalostuksessa ja jakamisessa on suurta vaihtelua toimintatapojen ja käytäntöjen mukaan. Manuaalisesti kerätyn tiedon tallennus ja säilöminen vaihteli tietojärjestelmään tehtävistä kirjauksista aina paperille tehtäviin kirjauksiin, jotka säilöttiin arkistoon. Ajantasaisin ja yleisimmin käytetty informaatio oli yksittäisen tuotantolinjan hetkellinen tuotantokapasiteetti ja -tila, sekä näiden tietojen järkeväksi katsottu historia. Vertaamalla näitä tietoja tavoitteisiin on johdettavissa käytettävyyttä ja nopeus tiedot OEE laskentaan.

Vastaajista kaikki keräsivät myös häiriö informaatiota. Häiriö-tilan kestoa seurattiin yleisesti automaattisesti, mutta häiriön syytä manuaalisesti. Yrityskohtaisesti vaihteli käytännöt kirjausten tekemiseen. Pisimmälle automatisoituna laitteen oma häiriökoodi tallennettiin automaattisesti ja häiriön korjauksen jälkeen laitteelle ei annettu käynnistyslupaa ennen kuin käyttäjä oli antanut häiriön syyllä oman näkemyksensä. Kyseisessä sovelluk-

¹¹ Overall Equipment Effectiveness

sessä käyttäjä valitsi syyn pudotusvalikosta, tarvittaessa voitiin lisätä myös vapaa sanallinen kommentti. Yleisin tapa häiriöiden keräämiseen oli automaattisen häiriötilatiedon yhteyteen manuaalisesti lisättävä kommentti, ilman että järjestelmä puuttui häiriön syyhyn. Näin toimien käyttäjää ei johdateltu järjestelmän puolelta oletettavaan ongelman aiheuttajaa. Toisaalta oli käyttäjän ammattitaidon varassa arvioida mitä oli tapahtunut. Myös täysin manuaalista kirjausta käytettiin.

Taulukko 1: Tutkimustulokset, kaikkien vastaajien keräämä informaatio ja keruutapa

Tarvittava informaatio	Informaation keruutapa	
	Automaattinen toteutus	Manuaalinen toteutus
Tuotantomäärä	5	1
Tuotantonopeus	5	1
Käyttöaika	5	1
Häiriöaika	5	1
Häiriösyöt	1	5

Informaation luotettavuuden varmistaminen nousi vastauksissa esiin tiedostettuna haasteena. Erityisesti manuaalisten ensin paperille tehtyjen kirjausten, jotka myöhemmin kirjataan tietojärjestelmään, luotettavuus ja paikkaansa pitävyys koettiin ongelmalliseksi. Kaikki tulkinnanvaraisuus olisi saatava minimoitua, johon automatisoidut kirjaukset voisi olla ratkaisu. Erityisesti häiriöilmoitusten yhteydessä automatisoitu kirjaus tulkitsee yleensä häiriön ilmenemiskohteen, syyn aiheuttajan sijaan. Manuaalinen kirjaus antaa vapauden huomioda todellinen syyn aiheuttaja.

Miten tiedonkeruu on toteutettu

Informaatiota on kerätty automaatiojärjestelmistä sekä manuaalisesti että automaattisesti kuten aikaisemmin on todettu. Vastausten perusteella keräyksen yleisen tason haasteeksi koettiin liitettävyyden, joka korostui erityisesti iäkkäämpien laitteiden tiedonkeruun yhteydessä. Se, että tuotantolaitosten informaatioketjut mukailivat ISA-95 standardin hierarkiaa, ei aina taannut järjestelmän selkeyttä. Usein järjestelmän eri tasot keskustelivat keskenään ristiin riippuen järjestelmästä ja laitteiden liitettävyydestä, tasolta 1 aina tasolle 4. Yleisesti oli käytössä laitospohjainen MES-järjestelmään yhdistetty tiedonkeruuyksikkö, joka keräsi tietoja I/O-rajapinnasta järjestelmään. Tämä yksikkö oli kytketty lukemaan laitteiden tilatietoja ja materiaalivirtaa, joko erillisillä antureilla tai järjestelmän olemassa

olevista tiedoista. MES-järjestelmään yhteensopiva standardoitu keruutapa koettiin toimivaksi ja käyttö oli mahdollista erilaisissa kohteissa.

Tuotantolinjojen laitteilta suoraa kommunikointia MES-järjestelmän kanssa käytettiin tapauksissa, joissa siirrettävänä oli muutakin kuin bittitason tilatietoja. Tämä oli kuitenkin yleisesti ottaen harvinaista, erityisesti tuotantolaitoksissa, joissa iäkkäiden laitteiden liitettävyyttä oli yleensä rajallinen. Kaikkien vastaajien mukaan uusilta laitteilta edellytetään liitettävyyttä, joka mahdollistaa kommunikoinnin ylemmän tason järjestelmän kanssa.

Kaikilla automaattista tiedonkeruuta hyödyntävillä oli tiedonkeruun yhteyteen yhdistetty manuaalista kirjausta ja operointia eri järjestelmätasoilla. MES-järjestelmien räätälöintien yhteydessä oli käyttäjäryhmille tehty kullekin ryhmän tarpeiden mukaisia informaationäyttöjä ja mahdollisuudet syöttää tietoa järjestelmään joko täysin manuaalisena syöteenä tai automaattisen tiedonkeruutapahtuman lisätiedoksi. Osa MES-järjestelmään kerätyistä tiedoista siirrettiin automaattisesti, joko suoraan tai analysoituna, ERP-tasolle. Nämä tiedot olivat usein tuotetietoihin tai tuotelaatuun liittyviä tietoja kuten painoja ja valmistusaikoja.

Vastaajien näkemyksen perusteella kerätyn tiedon säilytyksestä on pidetty hyvää huolta. Kerätyn tiedon tallennustila on organisaation itsensä hallinnassa ja tiedot säilytetään pääasiassa saman tuotantoyksikön tiloissa olevalla tarkoitukseen varatussa salissa. Eri tietojärjestelmien väliset tiedon vaihdot jakavat informaation eri järjestelmiin ja usein myös eri laitoksissa sijaitseviin tallennuspaikkoihin. Manuaalisesti kerätyn tiedon tallennuskäytännöt vaihtelivat paljon. Käsintehdävää lomakkeiden täyttöä oli yleisesti käytössä. Näitä tietoja syötettiin usein ensin Excel:iin josta taas tarvittavat tiedot siirrettiin manuaalisesti eteenpäin tuotannon- ja toiminnohjausjärjestelmiin. Näistä järjestelmistä tiedot ovat analysoitavissa ja hyödynnettävissä informaatioksi lähes reaaliajassa. Kaikilla kerätyt tiedot ovat käytettävissä pääasiassa vain oman organisaation sisällä. Perustelluista syistä tietoja luovutettiin esim. laitetoimittajien käyttöön. Laitetoimittajan selkeästi osoittama lisäarvo tiedon haltijalle katsottiin usein riittäväksi perusteluksi tiedon luovuttamiseen toimittajan käyttöön.

Kehityssuunnitelmat tiedonkeruun suhteen

Tulevaisuuden informaatiotarvenäkemykset vaihtelivat. Vastauksista oli selkeästi havaittavissa sekä kiinnostusta että jopa innostusta tiedonkeruuta kohtaan. Vastaajat olivat havainneet organisaatiossaan selkeää suuntausta tietojohdamisen suuntaan. Tämän oleellisenä osana on luonnollisesti automaattisesti kerätty luotettava ja mahdollisimman reaaliaikainen data, jonka pohjalta voidaan tietojohdamista toteuttaa. Yksinkertaisimmillaan kehityssuunnitelmat nähtiin nykyisten manuaalisten kirjausten automatisoinnilla. Toisessa päässä visioitiin tekoälyä laskemassa optimaalisia tuotantoparametreja tuotantolinjalle ja ennakoimassa kunnossapitotarpeita.

Tietojohdamisen lisäksi tuli esiin myös kerätyn tiedon hyödyntämisen laajentaminen ennakoiwaan kunnossapitoon. Osalla vastaajista oli tähän liittyen jo pilotointia käynnissä jossa sekä jo aikaisemmin kerättyä dataa analysoidaan että kerättävän tiedon määrää lisätään palvelemaan paremmin ennakoivaa kunnossapitoa. Lyhyen tähtäimen tavoitteet olivat siirtyä kalenteriperustaisesta ennakkohuollosta käyttöaikoihin perustuviin huolto-ohjelmiin. Käytössä olevien tiedonkeruumenetelmien pohjalta usein miten käyttöajat ja käyttömäärät on pääsääntöisesti olemassa ja näin ollen käyttöönotettavissa ennakoivan kunnossapidon suunnitteluun. Käyttötuntiperusteinen ennakkohuoltojen suunnittelu on noussut esiin yhtenä tiedonkeruumahdollisuuksista myös muissa tutkimuksissa. [15] Älykkäämpiin esim. toimilaitteiden kunnan analysointiin tarvitaan yleensä laitevalmistajan rakentama analysointia palvelemaan käyttäjäorganisaatiota. Näiden tietojen saaminen vanhoista laitteista koettiin haasteeksi sekä liitettävyyden että rajatun tietomäärän kannalta tai jopa liian haastavaksi toteuttaa kannattavasti.

Uusien tiedonkeruuseen perustuvien pitkälle analysoidun informaation ongelmaksi koettiin informaation luotettavuus. Merkittävänä huomioitavina tekijöinä esiin nousi mm. analogiseen anturointiin perustuvien mittausten mahdolliset virheet, jotka pitkälle analysoiduissa sovelluksissa saattavat johtaa arvaamattomiin tuloksiin ja päätelmiin. Tallennettavan tiedon laatua olisi pystyttävä aktiivisesti seuraamaan ja tarvittaessa ongelmiin reagoimaan. Riippuen tuotantolinjan rakenteesta ja sieltä kerätystä datasta, on mahdollista, että ristiin analysoimalla kerättyä dataa voidaan joissain tapauksissa löytää jopa automaattinen valvonta-algoritmi havaitsemaan virheelliset mittaukset. Yksinkertaisessa ja vain vähän kerättyä tietoa sisältävässä sovelluksessa tarkistaminen on tehtävä manuaalisesti. Tähän on mahdollista hyödyntää automaatiota esim. muistuttamaan tarkistamisesta tarpeelliseksi arvioiduin välein, joko kalenteri perustaisesti tai käyttöön perustuen.

3.3 Haastattelututkimuksen toteutuksen arviointi

Haastattelututkimuksen tavoitteeksi oli asetettu tarvittavan informaation selvittäminen. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi osallistujajoukko pyrittiin valitsemaan mahdollisimman kattavasti siitä olettamuksesta, että erilaisista yritys ympäristöistä informaatiota hyödynnettäisiin eritavoin. Tämä oletamus voidaan katsoa olevan joko väärä tai käytettävä informaatio on hyvin samanlaista riippumatta yrityksen koosta ja toimialasta, sillä tulosten perusteella kaikissa yrityksissä informaatiota käytettiin lähes samalla tavalla. Tämä siitäkin huolimatta, että osallistujajoukko oli rajattu vain kuuteen osallistujaan. Yksi samankaltaisuutta tukeva yhtäläisyys on kohdeyrityksen toimittamien järjestelmien painottuminen pakkausautomaatioon. Näin ollen tutkimuksen osallistujat edustavat pakkaavan teollisuuden yrityksiä, joiden toiminta perustuu linjatyyppiseen tuotantoon, jonka osana kohdeyrityksen toimittama automaatiojärjestelmä toimii. Osallistujat edustivat lisäksi teknistä osastoa, joka voidaan katsoa yhteneväisyyttä tukevaksi. Tämä oli kuitenkin tietoinen valinta siitä olettamasta, että teknisen osaston henkilöillä on koko tuotantolaitok-

sen kattava käsitys eri toimijoiden käyttämästä informaatiosta. Samaan kattavuuteen pääsemiseksi olisi muista ryhmistä jouduttu haastattelemaan mahdollisesti useampaa henkilöä.

Haastattelututkimuksen suppean osallistujajoukon aiheuttama hajonta jäi tässä tutkimuksessa toteamatta. Tutkimuksen tulosten pohjalta tarvittava informaatio on hyvin samankaltaista yrityksestä riippumatta. Tutkimuksen validiteetin voidaan olettaa olevan hyvä myös siitä lähestymiskannasta, että osallistujilta ei edellytetty tämän hetken informaation käyttöön liittyen tulkintoja. Näin välttyttiin osallistujan taustojen ja omien kokemusten vaikutus tuloksiin jotka liittyvät nykyhetkeen. Sen sijaan tulevaisuuden näkemyksissä oli selvästi havaittavissa vaihtelua. Yritys kohtaisten tulevaisuuden informaation käyttöä määrittävien linjausten puuttuessa, on oletettavaa, että osallistujan omat kokemukset heijastuvat vastauksiin.

3.4 Tarvittavan tiedon määrittäminen tutkimustulosten pohjalta

Yllä on esitetty koosteet haastattelun tuloksista, joiden pohjalta on etsitty tämän tutkimuksen tulokset. Tutkimuksellinen löydös on tietojohtamisen lisääntyminen tuotantolaitoksissa pohjautuen automaattisesti kerääntyyn reaaliaikaiseen tietoon sekä ennakoivan kunnossapidon siirtyminen perustumaan laitteiden käyttöön ja kuormitukseen. Nämä molemmat asettavat omista lähtökohdistaan erilaiset piirteet tiedonkeruulle. Tulokset on jaettu informaatiotarpeen mukaan kahteen ryhmään; Perustiedot, jotka kuvaavat osallistujajoukon tämän hetken informaation käyttöön tarvittavia tietoja ja Kehittyneet tiedot, joissa on otettu huomioon vastauksissa esiin nousseet tulevaisuuden informaatiotarpeet. Seuraavaksi käydään tarkemmin läpi molemmat ryhmät.

Perustiedot

Vastausten perusteella tiedonkeruun perustarve on automaatiojärjestelmän toimintatilaa, häiriötilaa ja tuotevirtaa kuvaavat tiedot. Perustiedoilla on muodostettavissa informaatio, joka kuvaa automaatiojärjestelmän hetkellistä tilaa ja voidaan laskea valmistuneiden yksiköiden määrää. Aikaan sidottuna tiedoista voidaan muodostaa mm. käytettävyyttä ja tuotantonopeutta kuvaava informaatio. Automaatiojärjestelmän ja tuotantolinjan tiedonkeruu muodostuu usein niin, että linjalla olevien laitteiden toimintatilaa ja häiriöitä seurataan laitekohtaisesti. Tuotantonopeuden ja valmistuneiden yksiköiden määrän seurantaan valitaan yleensä joku linjan loppupään laite joka kuvaa koko linjan suorituskäytettä. Koska tuotantolinjat muodostuvat yleensä useamman laitetoimittajan laitteista ja tuotantolinjojen rakenteet vaihtelevat, on jokaisen laitteen hyvä tuottaa omasta toiminnastaan vähintään seuraavat perustiedot:

- Tuotantotila / Seistila, ON/OFF
- Häiriö aktiivinen; ON/OFF
- Valmistunut yksikkö, PULSSI

Vastausten perusteella automaatiojärjestelmän suorituskykyä mitattiin pääasiassa OEE mittarilla. Kaikilla vastaajilla oli tiedossa OEE arvon laskentaan tarvittavat parametrit, sekä se, että muodostettu OEE informaatio ei vastaa standardoitua määritelmää. Määritelmässä mukana oleva laatutekijä puuttui, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta. OEE:n käytettävyyssparametri saadaan Tuotantotila -tietoa monitoroimalla ja nopeusparametri Valmistunut tuote -tietoa laskemalla. Pelkistetyssä ja yleensä riittävällä tarkkuudella OEE arvo voidaan jalostaa valmistuneiden tuotteiden laskennasta ja kapasiteetista. Tällöin Tuotantotila -tieto tuotetaan tarkastelujakson aikana valmistuneista tuotteista. Jos tuotteita ei valmistunut tarkastelujakson aikana, linjan oletetaan olevan Seistilassa ja vastavasti kun tuotteita valmistuu, linja on Tuotantotilassa. Häiriö aktiivinen- tieto mahdollistaa laitteen häiriöiden seuraamisen. Vastausten perusteella häiriöitä seurattiin yleisesti ja niiden seuraaminen koettiin tarpeelliseksi sekä tuotannon kehittämisen että kunnossapidon resurssien suuntauksen näkökulmasta. Yleisesti tavoite oli, että häiriöitä pyrittiin seuraamaan laitekohtaisesti.[13]

Kehittyneet tiedot

Vastausten perusteella vain harvoissa tapauksissa tällä hetkellä käytetyn informaation tuottamiseen tarvittiin perustiedoissa esitettyä laajempaa tietopohjaa. Tulevaisuuden tavoitteiden saavuttaminen vaatii kuitenkin laajempaa tiedonkeruuta ja tiedon vaihtoa automaatiojärjestelmästä ylempiin järjestelmiin. Lisäksi tietoa on analysoitava laitekohtaisesti sekä reaaliaikaisesti että enenevässä määrin myös ennakoivasti ennen eteenpäin välittämistä. Tietojohdamisen lisääntyminen ja enakkohuollon perustuminen laitteiden käyttöön ja kuormitukseen lisää toimintaympäristö riippuvaisen tiedonkeruun osuutta. On kuitenkin selvää, että laitetoimittajalla ei jokaiseen järjestelmäympäristöön löydy vakioratkaisua, joka suoraan kattaisi kaikki informaatiotarpeet, vaan räätälöintiä tarvitaan tulevaisuudessakin järjestelmäintegroinnin yhteydessä. Vastausten perusteella on kuitenkin löydettävissä yhteneväisiä tulevaisuuden suuntauksia, joihin voidaan tässä tutkimuksessa perustaa käsitys, mitä informaatiota vastaajat odottavat automaatiojärjestelmän tuottavan.

Vastausten perusteella tulevaisuudessa automaatiojärjestelmästä halutaan nykyistä enemmän ja nykyistä tarkempaa informaatiota. Sen lisäksi, että tuotannon eri vaiheissa halutaan seurata tuotantomääriä, tuotteita ja laatua entistä tarkemmin, automaatiojärjestelmän halutaan itse kertovan, milloin ja mitä vikoja tulee ilmenemään. Erityisesti kunnossapitoon liittyvää ennakoivaa informointia pidettiin tulevaisuuden tavoitteena. Tuotantomäärään, tuotetietoihin ja laatuun liittyvien tietojen välittäminen ylempään järjestelmään, on pääasiassa kommunikointia ilman varsinaista jalostusarvoa. Laitteen käyttöön ja vianhaakuun liittyvään informaatioon, kuten häiriöilmoituksiin, liittyy jo jonkin verran analysointia, joka nykyisin hoidetaan pääasiassa laitteen omassa keskusyksikössä. Näiden analysointien tulokset välitetään sekä käyttöliittymään että tulevaisuudessa yhä useammin ylempään järjestelmään. Ylemmässä järjestelmässä informaatiota voidaan vielä jatkojalostaa tarpeen mukaan. Kun siirrytään ennakoivaan kunnossapitoon liittyvään informaatioon, on yleistä, että annetaan jokin aikaan perustuva ilmoitus, joka teknisesti vastaa

edellä mainittua häiriöilmoitus kategoriaa. Yksityiskohtaisempaan kunnonvalvontaan siirryttäessä kerättävät ja siirrettävät tietomäärät kasvavat. Ylemmän tason järjestelmältä edellytetään analytiikan osalta sovelluskohtaista räätälöintiä. Kerättävän tiedon ja ylemmän tason analysoinnin yhteen sovittaminen voi olla työlästä ja vaatii hyvää laite tunte-
musta.

Vastauksissa nousi esiin paikallinen analysointi kerättyyn tietoon ja erityisesti kunnonvalvontatietoon perustuen. Välttämättä ei ole tarpeellista kerätä tietoa ylempään järjestelmään, vaan analysoida tieto paikallisesti laitteen keskusyksikössä ja raportoida analysoinnin löydökset häiriöilmoituksena ylempään järjestelmään. Tiedon analysointimenetelmästä riippuen, saatetaan menettää tiedon jäljitettävyyden ja historia ei ole käytettävissä, jos analysoidua tietoa ei ole tallennettu niin, että se on luettavissa laitteen muistista. Paikalliseen analysointiin voisi sopia muun muassa yksittäisen toimilaitteen seuranta ja tarvittaessa raportointi toimilaitteen kunnon muutoksista. Tämä ei kuitenkaan vähennä varsinaista tiedonkeruuta, mutta hajauttaisi analysointia laitevalmistajan parhaan tietämyksen laitteen valvon-
nasta.

Tarvittavan informaation kannalta kehittyneemmät tiedot mahdollistavat tuotannon seurannan laajemman analysoinnin. Lisäämällä kerättävän tiedon määrää voidaan myös vähentää manuaalista kirjaamista ja saada tallennettua myös tietoja joita ei manuaalisesti pystytä kirjamaan. Vastauksissa nousi esiin esimerkiksi yksittäisen tuotteen ominaisuuksien tallennus korkeakapasiteetisessa tuotannossa.

Tulevaisuuden informaatiotarpeen perusteella kerättävän tiedon laitekohtainen määrittely ei ole mielekäs, koska yksittäisten laitteiden käyttötarkoitukset ja toiminnallisuudet eroavat merkittävästi toisistaan. Jotta Informaatiotarve saadaan täytettyä, on järkevää tarkastella automaatiojärjestelmää kokonaisuutena, josta yksittäinen laite tarjoaa oman osansa kerättävästä tiedosta. Jotta edellä mainitut informaatiotarpeet saadaan automaatiojärjestelmään soveltuvin osin täytettyä, on automaatiojärjestelmän laitteista kerättävä seuraavat kehittyneet tiedot:

- Järjestelmän yksityiskohtaiset tilatiedot
- Tuotteiden seuranta järjestelmässä
- Tuotteisiin liitettävät laadulliset mittaus- ja tarkistustiedot
- Järjestelmän yksityiskohtaiset toimintahäiriöilmoitukset
- Järjestelmän materiaalipuuteilmoitukset
- Järjestelmän materiaalihävikki tiedot
- Järjestelmän kaikkien toimilaitteiden tilat
- Järjestelmän energiankulutus tiedot
- Järjestelmän paikallisesti analysoima kunnossapitoa palveleva informaatio

Näistä tiedoista kerättävät kehittyneet tiedot voidaan jakaa karkeasti kahteen; järjestelmän toimintatilaa kuvaavat tiedot sekä tapahtumaperustainen valmiiksi analysoitu tieto. Kehittyneisiin tietoihin voidaan sisällyttää kuuluvaksi kaikki järjestelmän sisäinen tieto. Olennaiseksi osaksi määrittelyä muodostuu laitevalmistajan näkemys oleellisesta tiedosta. Ratkaisuksi valmistajakohtaisiin näkemyseroihin, määrittelyn vakiointiin voidaan käyttää olemassa olevaa tai tuotantoyksikkö kohtaista standardia, jonka perusteella laitevalmistaja tuo halutut tiedot kommunikointi rajapintaan. Esimerkkinä standardista voidaan mainita OMAC PackML, joka määrittää puitteen muun muassa laitteen tilamallille ja sisältää määrittelyn sekä laitteiden väliseen, että ylemmän tason kommunikointiin. Standardi antaa lisäksi laitevalmistajan omille tiedoille tietoalueet, joihin voidaan määrittellä tarpeelliseksi katsottuja tietoja kerättäväksi ylempään järjestelmään. Standardin käyttäminen ei ole välttämätöntä, mutta se helpottaa kaikkia osapuolia määrittelyissä. Olennaista on, että kaikki kommunikointi osapuolet tietävät ristiriidattomasti mitä tietoja ollaan vaihtamassa. [13]

4. AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TIEDONKERUUKÄYTÄNTÖN SUUNNITTELU JA TO- TEUTUS

Kohdeyritykselle suunniteltiin ja laadittiin tiedonkeruukäytäntö, jota sovellettiin rakentamalla käytännön mukainen tiedonkeruujärjestelmä. Tiedonkeruujärjestelmän toimivuutta testattiin sekä kohdeyrityksessä rakenteilla olevassa automaatiojärjestelmässä että liittämällä jo tuotantokäytössä oleva automaatiojärjestelmä osaksi tiedonkeruujärjestelmää. Tiedonkeruukäytäntö on esitetty kohdassa 4.1 ja se pohjautuu luvun 3 tutkimustuloksiin. Tiedonkeruukäytäntö on laadittu käytettäväksi kohdeyrityksen valmistamissa automaatiojärjestelmissä, jotka on varustettu kohdeyrityksen ensisijaisesti käyttämällä PLC-ohjauksella. Tutkimustulosten pohjalta kerättävän tapahtumalokin lisäksi kohdeyrityksen tuotekehitys ja palveluntarjontaan liittyvät tiedot on mahdollista tallentaa omiin lokitiedostoihinsa. Tiedonkeruukäytännön mukaista mallia voidaan soveltaa useampiin samanaikaisiin eri tietoja kerääviin lokitiedostoihin. Muiden kuin tapahtumalokitiedoston sisältöön ei tässä työssä oteta kantaa. Näiden tietojen keruuta ei vielä tässä vaiheessa ole määritelty, eikä niitä oteta käyttöön. Tässä työssä määritelty tiedonkeruukäytäntö ei rajoita erillisten lokitiedostojen määrää.

4.1 Tiedonkeruukäytännön suunnittelu ja laadinta

Tiedonkeruukäytännön suunnittelussa avattiin työn rajausta siten, että aluksi pohdittiin mikä on ohjausjärjestelmä riippumaton tapa jakaa tiedot paikallisesti sekä tallentaa ja siirtää tietoja kohdeyrityksen hyödynnettäväksi. Paikalliseen tietojen jakoon rajapinnoiksi valittiin I/O sekä OPC UA. I/O-rajapintaa tukee kaikki ohjausjärjestelmät, ja OPC UA-rajapinta on tuettuna lähes kaikissa nykyaikaisissa ohjausjärjestelmissä. Tietojen tallennukseen valittiin tapahtumaloki ja siirtoon FTP-protokolla. Ohjausjärjestelmästä riippumatta, tietoja voidaan jossain muodossa tallentaa tapahtumalokiin ja pitkään käytössä olleena protokollana FTP on laajasti tuettu eri ohjausjärjestelmissä. Näiden menetelmävaihtoehtojen jälkeen palattiin työn rajaukseen ja suunnittelua ja laadintaa työn rajauksessa määrittelylle ohjausjärjestelmälle.

Luvun 3 tutkimustulosten pohjalta automaatiojärjestelmän perustason tiedonkeruu perustuu tuotantomäärän ja tilatietojen keräämiseen. Tutkimuksen mukaan näillä tiedoilla pystytään vastaamaan asiakasyritysten tämän hetken informaatiotarpeeseen. Asiakasyrityksissä eri käyttäjäryhmille informaation tuottaa tuotannon eritasoilla olevat tietojärjestelmät. Tiedonkeruukäytännön suunnittelussa yksi lähtökohta on mahdollistaa tarvittavien tietojen saatavuus asiakaskunnan tietojärjestelmille menetelmillä, jotka luvun 3 tutkimuksessa esiin nousivat.

Tutkimustulosten pohjalta määritellyt perustiedot ovat: käy/seis-tila, häiriötila ja valmistunut tuote. Näiden perustietojen keräämiseen rajapinnaksi soveltuu potentiaalivapaa kosketintieto, johon ylemmän järjestelmän tiedonkeruuyksikkö voidaan liittää. Perustiedot tuodaan luettavaksi omina IO-tietoinaan, käy/seis-tila, häiriötila ja valmistunut tuote pulsitetietona. Tämä kolmella releellä toteutettava ratkaisu määritellään yhtenä osana tiedonkeruukäytäntöä. Tulevaisuuden tiedon tarve huomioiden perustiedot pitäisi pystyä lukemaan myös suoraan keskusyksiköstä, verkkoyhteyttä hyödyntäen. Suoraan verkkoyhteyteen automaatiojärjestelmän ja ylemmän tason järjestelmän kanssa oletukseksi määritellään ohjausjärjestelmän tukema OPC UA -protokolla. Abstraktiin tietomalliin perustuvana OPC UA mahdollistaa myös kehittyneempien tietojen lukemisen suoraan keskusyksiköltä. Standardoidun protokollan käyttö helpottaa asiakaskohtaisesti räätälöityjen tiedonkeruu sovellusten käyttöönottoa ja testausta.

Kohdeyritykselle laaditussa tiedonkeruukäytännössä määritellään edellisten lisäksi myös, mitä tietoja kohdeyrityksen valmistamat automaatiojärjestelmät keräävät ja tallentavat. Kohdeyrityksen oletuksena käyttämä ohjausjärjestelmä ei tue perusversiollaan tietokanta yhteyksiä. Tämä koettiin ennakolta yleiskäyttöistä tiedonkeruukäytäntöä määriteltäessä ongelmalliseksi. Tavallisesti suurten tietomäärien kerääminen ja hallinta toteutetaan tietokanta pohjaisena. Lisähaasteena yleistykselle oli, että tämän työn tekohetkellä ei ollut saatavilla robottiohjaimella varustettua tietokantaa tukevaa keskusyksikköä, eikä tietojen jakamisessa käytettävä OPC UA-protokolla¹² ollut tuettuna ohjausjärjestelmän tietokanta versiossa. Näiden eri versioiden eroavaisuuksien tälle työlle asettamista haasteista päästiin laatimalla kohdeyrityksen tiedonkeruukäytäntö tiedostopohjaiseksi.

Tietojen tallennus määriteltiin toteutettavaksi siten, että kerättäväksi määritellyt tiedot tallennetaan tapahtumapohjaisesti keskusyksikössä olevalle SD-muistikortille, CSV-tiedostoon¹³. Kaikki keskusyksikön muistikortille tallennettavat tiedot tuodaan soveltuvin osin myös OPC UA-rajapintaan asiakkaan ylemmän tason tietojärjestelmien luettavaksi. Tallennettavat tiedot on valittu luvun 3 tutkimustulosten pohjalta ja ovat seuraavat:

- Tapahtuma-aika
- Tapahtumanumero
- Ajettavan tuotevalinnan yksilöintitieto
- Tilatieto
- Hälytyksen tila
- Varoituksen tila
- Saapuvan tuotteenlaskuri
- Lähtevän tuotteenlaskuri
- Aktiiviset häiriö- ja varoitusilmoitukset

¹² OPC Unified Architecture

¹³ Comma-Separated Values

Tapahtumalokiin tallennetaan kaikkien kerättävien tietojen arvot kullakin tapahtumahetkellä. Kukin tapahtuma muodostaa tapahtumalokiin aina yhden yksilöllisen rivin, kuitenkin niin, että yhdellä PLC:n ohjelmakierrolla luodaan vain yksi tapahtuma. Jos yhden ohjelmakierron aikana tulee useampia muutoksia, nämä tallennetaan samalle tapahtumariville. Tapahtumalokitiedoston oletuskeruujaksoksi määriteltiin yksi vuorokausi. Vuorokauden vaihtuessa kirjoitus aloitetaan aina uuteen tiedostoon. Näin yksittäisen tapahtumalokin koko saadaan pysymään kohtuullisena myös paljon tapahtumia sisältävässä automaatiojärjestelmässä. Tapahtumalokitiedoston kokoa voidaan tarvittaessa muokata myös rajatulle tapahtumamäärälle, jolloin tallennuskoko pysyy vakiona. Tällöin tapahtumalokiin tallentuva ajanjakso muuttuisi ja tuottaisi epämääräisyyksiä tiedon saatavuuteen. Vuorokausi koettiin sopivaksi keruujaksoksi tiedonkeruujärjestelmän pilotointivaiheessa.

Perustietojen lisäksi myös muita tapahtumalokiin kerättäväksi määriteltäviä tietoja tuodaan OPC UA-rajapinnalle luettavaksi tuotantolaitoksen omiin tietojärjestelmiin. Osana tiedonkeruukäytäntöä kustakin automaatiojärjestelmästä laaditaan tarkoituksen mukainen taulukko, josta käy ilmi OPC UA-rajapinnalta luettavissa olevat tiedot. Kohdeyhteyden oletuksena käyttämä ohjausjärjestelmä tulee OPC UA:n määrittämistä palveluista OPC UA Data Access -palvelua ja toimii OPC UA-palvelimena. OPC UA Data Access mahdollistaa kyselypohjaisen tiedonhaun automaatiojärjestelmän keskusyksiköltä. Keskusyksikkö vastaa kyselyyn aina kullekin kyselylle tiedolle viimeisimmän tiedossa olleen arvon. Vaikka tiedot voidaan tallentaa automaatiojärjestelmän SD-muistikortille, ei historiatiedot ole OPC UA-rajapinnalta luettavissa. Järjestelmä mahdollistaa vain kyselyhetken arvojen lukemisen. Näin ollen asiakkaana toimivan tietojärjestelmän tai laitteen on suoritettava kyselyitä haluamallaan taajuudella varmistaakseen keräämänsä tiedon käytettävyys.

Automaatiojärjestelmästä tallennettavat tapahtumatiedot sekä aikaleimataan että yksilöidään antamalla jokaiselle tapahtumalle oma laitekohtainen tapahtumanumero. Muistikortille kerättävän tiedon tallennus muoto on CSV- tiedosto ja tallennettavan tiedon rakenne on määriteltä siten, että tiedoston ylin rivi toimii otsikkona sarakkeille. Otsikkorivin alle kukin tapahtuma luo oman rivinsä. Jokaiselle kerättävälle tiedolle tallennetaan tapahtumahetken arvo. Tämä rakenne on valittu siten, että rakennetta on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa tietojen automaattisessa tietokantaan tallennuksessa. Edellä mainittujen tallennettavien tietojen lisäksi voidaan tapahtumalokitiedostoon tarvittaessa lisätä sarakkeet muille luvun 3 tutkimuksessa esiin nousseille kehittyneille tiedoille. Toteutettu tiedonkeruukäytäntö on laadittu siten, että laajentaminen ei häiritse perusrakennetta. Tämä mahdollistaa räätälöinnin ja laajennettavuuden ja lisättäviin sarakkeisiin voidaan tallentaa kustakin automaatiojärjestelmästä tarpeelliseksi määritellyt projektikohtaisia erityispiirteitä kuvaavat tiedot.

Kohdeyritykselle laadittu tiedonkeruukäytäntö on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä C. Dokumentin on tarkoitus sekä toimia kohdeyrityksen sisäisenä ohjeistuksena että palvelulla kohdeyrityksen myyntiä asiakasrajapinnassa.

4.2 Tiedonsiirron toteutus

Jotta kerätyt tiedot olisivat kohdeyrityksen hyödynnettävissä, on tapahtumalokitiedostot siirrettävä ohjausjärjestelmän SD-muistikortilta kohdeyrityksen omalle palvelimelle. Lokitiedostojen automaattiseen siirtoon valittiin FTP-protokolla, File Transfer Protocol (FTP), jota käytössä oleva ohjausjärjestelmä tukee. Kohdeyrityksen verkkoon luotiin tätä tarkoitusta varten oma FTP-palvelin, joka on valmiudessa vastaanottamaan automaatiojärjestelmien lähettämiä tapahtumalokitiedostoja. Tapahtumalokien siirtoon määriteltiin käytettäväksi kolmea vaihtoehtoista toteutustapaa. Automaatiojärjestelmäkohtaisesti toteutustapa valitaan kulloinkin käytettävissä olevien tiedonsiirtoyhteyksien mahdollisuuksien mukaan.

Käytettävät vaihtoehdot ovat seuraavat:

- Manuaalinen
- Puoliautomaattinen lähetys
- Automaattinen lähetys

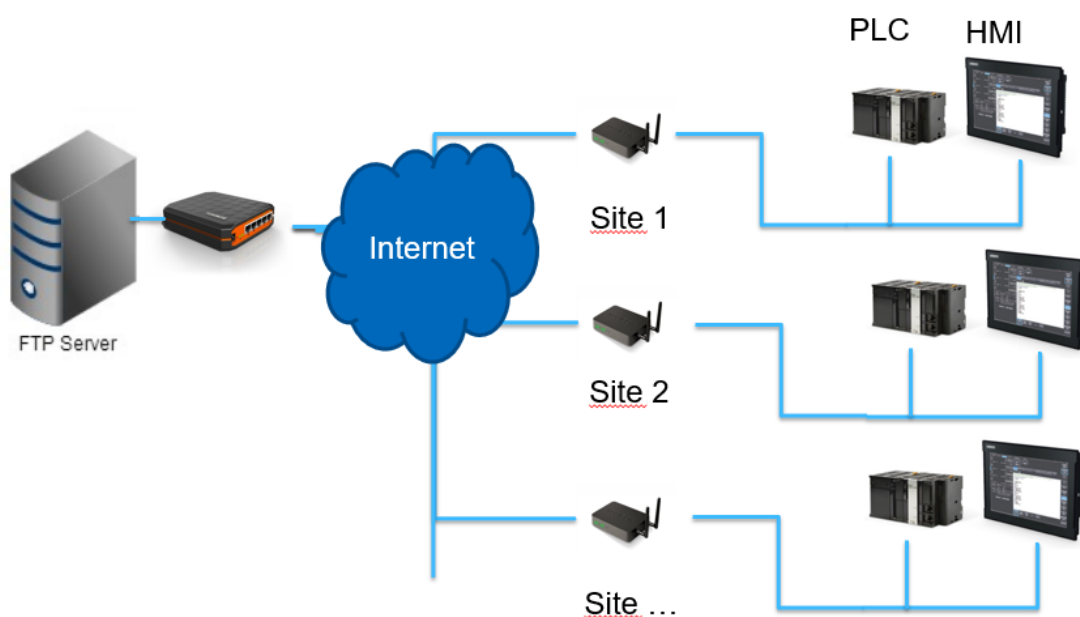
Manuaalinen tiedonsiirto tapahtuu joko, vaihtamalla keskusyksikön SD-muistikortti uuteen, tai tapahtumalokien lukemisella paikan päällä SD-kortilta ja palauttamalla tyhjä kortti takaisin laitteeseen. Kun SD-kortti vaihdetaan uuteen, voidaan SD-korttia käyttää väliaikaisena säilönä ja sopivana ajankohtana tehdä siirto kohdeyrityksen palvelimelle pitkäaikaistallennukseen. SD-kortilla olevat tapahtumalokitiedostot voidaan lukea myös paikallisesti kaapeliyhteydellä tai etäyhteydellä suoraan keskusyksiköstä ilman, että korttia pitää irrottaa automaatiojärjestelmän keskusyksiköstä. Jos etäyhteys on käytettävissä, on suositeltavaa käyttää joko automattista tai puoliautomaattista lähetystapaa.

Puoliautomaattinen tapahtumalokien lähetys suoritetaan, kun käyttäjä aktivoi lähetyksen automaatiojärjestelmän operointipaneelilta. Tällöin automatiikka hoitaa kaikkien edellisen aktivoinnin jälkeen tallennettujen tiedostojen siirrosta suoraan kohdeyrityksen FTP-palvelimelle. Onnistuneen tiedostojen siirron jälkeen, tapahtumalokitiedostot poistetaan automaattisesti SD-muistikortilta. Tämä siirtomuoto on käytännöllinen silloin, kun jatkuvaa yhteyttä kohdeyrityksen FTP-palvelimelle ei ole järjestettävissä. Käyttäjä voi tarvittaessa muodostaa yhteyden, varmistaa että yhteys on kunnossa ja sen jälkeen aktivoida tiedostojen lähetyksen.

Automaattinen ajastettu lähetys suoritetaan määritellyn ajastuksen mukaan. Tämä edellyttää, että tiedonsiirtoyhteys on ainakin ajastuksen aikana käytettävissä. Ajastuksen määrittelylle ei ole rajoituksia ja se on mahdollista jaksottaa tarpeeseen sopivaksi. Lähetysväli

pyritään sovittamaan kulloinkin käytössä olevan tapahtumalokitiedoston luomisvälin mukaan, pilotointivaiheessa lähetyksväliksi valittiin vuorokausi. Automaattisen lähetyksen ansiosta tapahtumalokien tiedot on mahdollista saada käyttöön lähes reaaliaikaisesti, kun tapahtumalokitiedoston luomisväliä lyhennetään. Sekä automaattisen, että puoliautomaattisen lähetyksen kanssa käytetään onnistuneesti lähetetyn tiedoston automaattista poistoa. Mahdollisen yhteysongelman tai siirtovirheen ilmetessä tietoja ei haluta menettää. Jos ajastuksen aikana yhteyttä ei ole tai havaitaan siirtovirhe, tapahtumalokitiedostoja ei tällöin poisteta. Siirtoa yritetään uudelleen seuraavan ajastuksen yhteydessä, ja vasta onnistuneen siirron jälkeen keskusyksikön SD-kortille tallennetut onnistuneesti siirretyt tiedostot poistetaan.

Automaattinen- ja puoliautomaattinen lähetystapa tarvitsee verkkoyhteyden FTP-palvelimelle, jotta tapahtumalokien siirto on mahdollista suorittaa. Verkkoyhteydessä kohdeyritys on käyttänyt VPN-yhteyttä, Virtual Private Network (VPN) ja valinnut järjestelmätoimittajaksi VPN-yhteyksiä tarjoavan Tosibox Oy:n. Kohdeyritys on käyttänyt valittua päätelaitteisiin perustuvaa VPN-järjestelmää luodessa etäyhteyksiä toimittamiinsa automaatiojärjestelmiin. Samaa järjestelmää voidaan hyödyntää myös tapahtumalokien tiedonsiirtoon. Kuviossa 9 on esitetty tiedonkeruukäytännön tiedonsiirtoon oletuksena käytetty verkkokaavio. Tosibox®-järjestelmän päätelaitteilla voidaan liittyä internetiin joko, ethernet-, 3G/4G- tai WLAN-yhteyttä hyödyntäen. Monipuolinen yhteyden luonti vähentää järjestelmän asettamia rajoitteita liitettävyyteen. Kohdeyrityksen valmistamien automaatiojärjestelmien sijoittuminen erilaisiin tuotantoympäristöihin ja laajasti ympäri maailman, lisää haasteita yhteyksien yhtenäistämiseen ja luomiseen. Globaalisti toimiva järjestelmätoimittaja parantaa omalla kokemuksellaan yhteyksien muodostamismahdollisuuksia.



Kuvio 9: Tiedonsiirtoon käytetty verkkorakenne

Tapahtumaloki tiedostot siirretään kohdeyrityksen verkkoon luodulle FTP-palvelimelle. Pilotointi vaiheessa kullekin tiedonkeruun piiriin liitettävälle automaatiojärjestelmälle luodaan oma kansio, jonne automaatiojärjestelmä lähettää tapahtumalokit. Toimitetuille automaatiojärjestelmille on kohdeyrityksessä annettu projektinumero, jonka pohjalta tallennuskansiot nimetään. Kunkin automaatiojärjestelmän laitteet muodostavat tapahtumalokitiedostoille yksilölliset valmistusnumeroon ja luontiaikaan perustuvat nimet. Tämä nopeuttaa oikean lokitiedoston löytymistä.

4.3 Tiedon tallentaminen

Tapahtumalokitiedostot tallennetaan aina ensin automaatiojärjestelmän keskusyksikön SD-muistikortille. Tallennetut tapahtumalokitiedostot siirretään kohdassa 4.2 Tiedonsiirto esitetyillä tavoilla kohdeyrityksen FTP-palvelimelle pitkäaikaistallennukseen. Pilotointivaiheessa tapahtumalokit jäävät odottamaan tulevaisuuden tietokantaan tallennusta ja edelleen hyödyntämistä jatkossa. Tallennustilan säästämiseksi alkuperäiset tapahtumalokitiedostot poistetaan keskusyksikön SD-muistikortilta onnistuneen FTP-palvelimelle siirron jälkeen. Jos automaattinen siirto on käytössä, myös tapahtumalokitiedostojen poisto hoidetaan automaattisesti. FTP-palvelimella tiedostot tallennetaan kohdeyrityksen projektinumero kohtaisiin kansioihin. Tiedostojen nimeämisessä käytetyn valmistusnumeron mukaan tapahtumalokitiedot on nopeasti löydettävissä laitekohtaisesti.

Kerättyjen tapahtumalokitetietojen tallennus tietokantaan suoritettiin pilotointi vaiheessa manuaalisesti tiedosto kerrallaan. Pilotointivaiheessa tiedostojen siirtoa testattiin luomalla testiympäristöön tietokantapalvelin, johon tapahtumalokiin kerätyt tiedot luettiin FTP-palvelimelle siirretyistä tiedostoista. Tietokantaan avattiin yksi tietokantataulu kutakin automaatiolaitetta kohti. CSV-tiedostomuodon ansiosta tapahtumalokien tiedot oli mahdollista lukea tietokantaan sellaisenaan. Tarpeen mukaan tietokantatauluista tiedot voidaan jakaa tietokannan eri tauluihin. Pilotointijakson jälkeen kohdeyritys suorittaa tapahtumalokien siirron tietokantaan tarpeen mukaan. Siirto muodostuu tarpeelliseksi, kun kerättyä tietoa halutaan tarkastella laajempuna kokonaisuutena. Tämän työn aikana kerätyt tietomäärät ovat vielä rajalliset ja tietokantaa hyödyntävää analysointia ja visualisointia ei tehty. Excel:iin tehtiin yksinkertaistettu visualisointi, jossa perustietoja voidaan tarkastella tuomalla yksi tapahtumaloki tiedosto kerrallaan Excel laskentataulukkoon. Lisää tapahtumalokien hyödyntämisestä kohdassa 4.5 Tiedon hyödyntäminen.

4.4 Tiedonsiirron ja tallennuksen tietoturva

Kaikki kerätty tieto tallennetaan ensin automaatiojärjestelmän keskusyksikköön asetettuun SD-muistikorttiin. Tuotantolaitoksen verkkoon liitettynä automaatiojärjestelmän yhteys on paikallisen tuotantolaitoksen tietoturvan alaisuudessa, josta vastaa paikallinen tuotantolaitos. Jos automaatiojärjestelmää ei ole yhdistetty tuotantolaitoksen verkkoon ja

yhteyden on järjestänyt kohdeyritys, esimerkiksi 4G-yhteydellä, niin tällöin myös tietoturvasta vastaa kohdeyritys. Kohdeyrityksen järjestämän yhteyden tietoturvasta huolehtii palomuurina toimiva Tosibox®-lukko. Kummassakin tapauksessa varsinaisen tiedonsiirron tietoturvan katsotaan täyttävän tarpeellisen tietoturvatason käyttämällä salattua Tosibox® VPN-yhteyttä. Siirrettävät tapahtumalokitiedostot tallennetaan kohdeyrityksen FTP-palvelimelle, jonka tietoturvaan sovelletaan samaa korkean tason tietoturvakäytäntöä kuin mihin tahansa kohdeyrityksen palvelimille tallennettuun tietoon.[27]

Kohdeyrityksen soveltaessa tiedon siirtoa ja tallennusta omalle FTP-palvelimelleen on asiasta sovittava asiakasyrityksen kanssa. Tämän keskustelun tueksi hyvänä määrittelypohjana toimii Liitteessä C esitetty kohdeyritykselle laadittu tiedonkeruukäytäntö, jossa on määritelty olennaiset tiedot kuten; kerättävät tiedot, tietojen siirto- ja tallennusmenetelmät. Selkeällä määrittelyllä ja avoimella keskustelulla uskotaan saavutettavan molempien osapuolten tavoitteita tukeva tietoturvallinen tiedonkeruuyhteistyö.

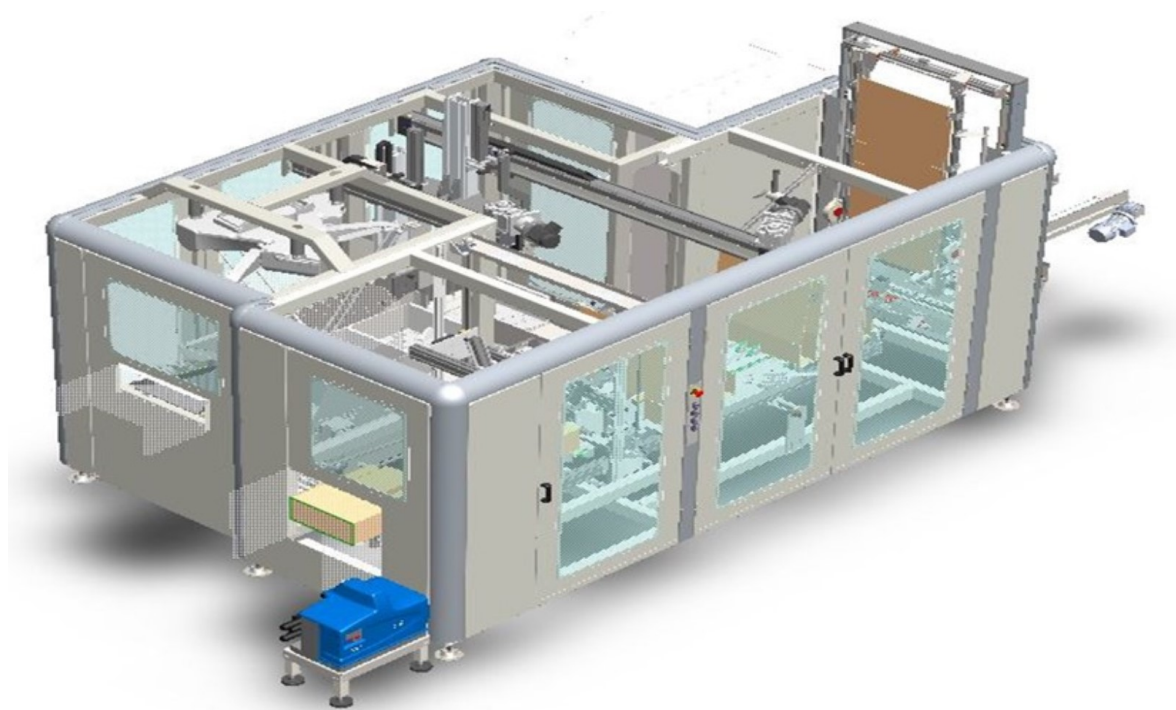
4.5 Tiedonkeruujärjestelmän testaus

Laadittua tiedonkeruukäytäntöä testattiin sekä kohdeyrityksessä rakenteilla olevassa uudessa automaatiojärjestelmässä että jo käytössä olevassa automaatiojärjestelmässä. Käytössä olevaan järjestelmään luotiin jatkuva yhteys kohdeyrityksen FTP-palvelimelle ja tiedonkeruukäytännön mukainen toteutus implementoitiin järjestelmän keskusyksikköön. Kuviossa 10 on esitetty käytössä oleva automaatiojärjestelmä, johon tiedonkeruu implementoitiin. Molemmissa järjestelmissä tiedonkeruu saatiin toimimaan ja keräämään tietoa automaatiojärjestelmästä tavoitellulla tasolla, kohdeyritykselle laaditun tiedonkeruukäytännön mukaan. Molemmat järjestelmät määriteltiin lähettämään tallennetut tiedot automaattisesti ajastettuna FTP-palvelimelle. Automaattinen lähetystapa valittiin molempiin järjestelmiin, koska rajallisen testausajan puitteissa säännöllisesti lähetettynä lähetystapahtumia tulisi määrällisesti enemmän kuin muilla siirtotavoilla. Matalamman automaatioasteensa vuoksi, muiden lähetystapojen luotettavuuden voidaan olettaa olevan korkeampi. Automaattisella lähetyksellä ajantasaiset tapahtumalokitiedot saatiin heti tuoreeltaan käytettäväksi ja analysoitaviksi.

Tämän työn aikana tehtyä järjestelmän testautta oli noin yksi kuukausi. Tässä ajassa ei esiintynyt periaatteellisia ongelmia tiedonkeruu järjestelmän toiminnassa eikä tiedonsiirrossa. Verrattain lyhyen testausajan voidaan olettaa olevan yksi syy ongelmien vähyyteen. Pidemmällä testauksella ja laajemmalla järjestelmäpohjalla olisi saatu häiriöiden todennäköisyyttä nostettua ja mahdollisesti kohdattu joitain ongelmia ja virheitä järjestelmän eri osa alueilla.

Testauksen aikana tiedonkeruujärjestelmän toimivuutta ja tiedonsiirron luotettavuutta seurattiin määrittämällä tavoitteeksi saada kaikki luodut tapahtumat tallennettua kohdeyrityksen FTP-palvelimelle. Automaatiojärjestelmän päivittämää tapahtumalaskurin arvoa seuraamalla voitiin todeta, kuinka monta tapahtumaa järjestelmässä oli testauksen

aikana luotu. Kun tapahtumalokien tiedot siirrettiin tietokantaan, saatiin vertailuarvoksi tietokantaan siirtyneiden tapahtumarivien määrä. Tietokantaan luotujen tapahtumien ja automaatiojärjestelmän tapahtumalaskurin arvoa vertaamalla, voitiin päätellä testauksen aikana matkalle hävinneiden tapahtumien määrä. Mahdollinen häviäminen oletettiin tapahtuva joko automaatiojärjestelmän tietojen tallennuksessa tai tietojen siirron aikana. Suoritetuissa poiminnoissa ei havaittu puuttuvia tapahtumia. Poimintaperusteisesti testattuna, ei kuitenkaan voida yksiselitteisesti todeta, että järjestelmä olisi kaikissa tilanteissa toiminut tavoitteen mukaisesti. Esimerkiksi mahdollinen hetkellinen katkos tiedonsiirtoyhteydessä on voinut siirtää tapahtumalokitiedostojen siirtoa seuraavaan ajastettuun lähetyssajankohtaan ilman, että sitä on huomattu seurannassa. Harvalla tarkastuspoiminnalla näitä mahdollisia hetkellisiä tiedonsiirtokatkoksia ei voitu todentaa.



Kuvio 10: *Automaatiojärjestelmä johon tiedonkeruu implementoitiin*

Testatuissa tiedonkeruujärjestelmäkoonpanoissa käytettiin aikaisemmin mainittua Tosibox® -järjestelmän VPN-yhteyttä, joka toimi testauksen aikana hyvin. Kuten luvun 3 tutkimuksessakin nousi esiin, osalla yrityksiä on sekä tiedon jakamiseen että tiedonsiirtoon laadittuja yrityskohtaisia käytäntöjä. Tällöin Tosibox® -järjestelmän luomaa VPN-yhteyttä ei välttämättä voida hyödyntää. Vaihtoehtoisen suojatun yhteyden luonti tai yrityksen tiedon jakamispolitiikka saattaa rajoittaa automaattiseen ajastukseen perustuvaa tapahtumalokien lähetyksen käyttöä. Vaihtoehtoisia asiakasyritysten ylläpitämien VPN-yhteyksienkäyttöä ei päästy testaamaan tämän työn aikataulun puitteissa.

Testattujen järjestelmien Tosibox®-päätelaitteet oli yhdistetty paikalliseen ethernet-verkkoon, joka toimi internet yhteyden luojana. Kohdeyrityksessä rakenteilla olleessa automaatiojärjestelmässä testattiin myös edellä mainittua 4G-yhteyttä lähettävän järjestelmän puolella. 4G-yhteys korvattiin asennuksen yhteydessä kiinteällä verkkoyhteydellä. Tiedonsiirtoa testattiin myös 4G-yhteydellä siten, että FTP-palvelin oli noin kaksi viikkoa 4G-yhteyden varassa. FTP-palvelimen todettiin vastaanottaneen kaikki testausaikana sille lähetetyt tapahtumalokitiedostot, ilman havaittua katkosta. Tahallaan katkaistun yhteyden palautuessa, tiedonsiirto jatkui normaalin ajastuksen mukaan. Seuraavan ajastuksen yhteydessä siirrettiin kaikki katkoksen aikana luodut tapahtumalokitiedostot.

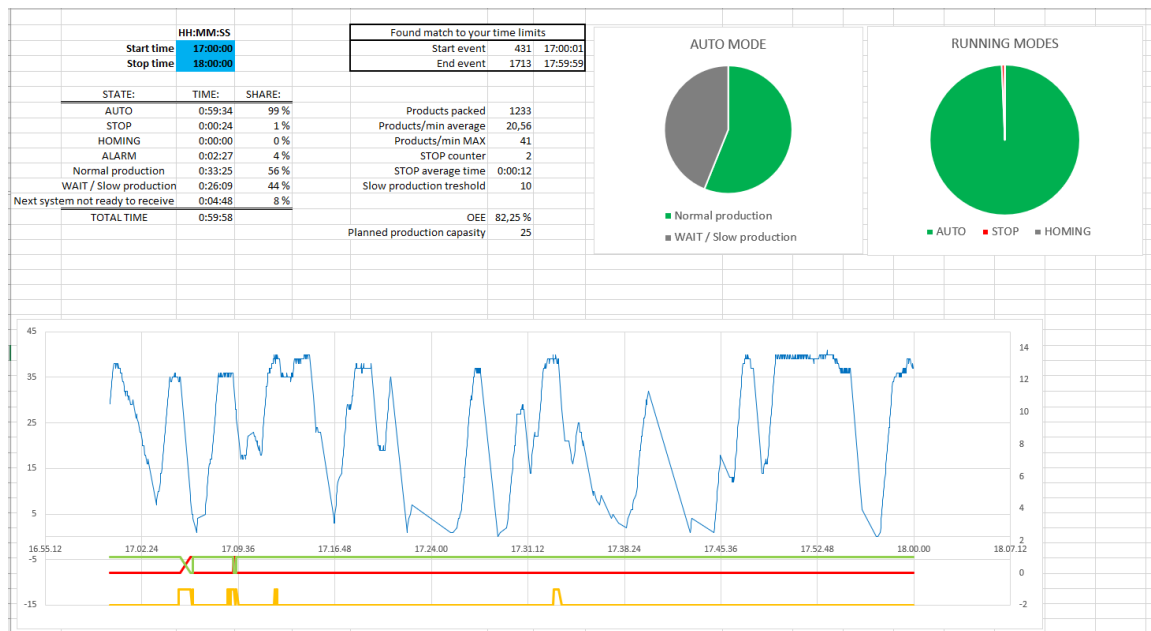
PLC ohjelmointia tehtäessä havaittiin pientä viivettä keskusyksikön SD-muistikortilla olevaan tapahtumalokitiedostoon kirjoitettaessa. Tilanteissa joissa järjestelmässä oli tapahtumia lyhyellä välillä, kirjoituksen viiveen aikaiset tapahtumat hukkuivat. Ongelma korjattiin heti, eikä se päässyt testauksen aikaiseen ohjelmaversioon. Käytetty testausmenetelmä olisi paljastanut tämän ongelman. Testattaessa kirjoituksen alla olevan tapahtumalokitiedoston siirtoa FTP-palvelimelle, järjestelmä ei häiriintynyt, vaan järjestelmä jatkoi tapahtumaloki tiedoston kirjoitusta normaalisti ilman katkosta. Ajastettu tiedoston lähetys otti kirjoitetun tiedoston seuraavan lähetyksen yhteydessä siirrettäväksi ilman ongelmia.

4.6 Tiedon hyödyntäminen

Kohdeyrityksen tiedonkeruukäytännön tavoite on tuoda tarpeelliseksi määritellyt tiedot asiakasyritysten ylemmän tason järjestelmien saataville. Kuten edellä on esitetty, kohdeyrityksen valmistamat automaatiojärjestelmät varustetaan perustapauksessa sekä IO-lähdöillä että OPC UA rajapinnalla. Näiltä rajapinnoilta kukin tuotantolaitos voi halutesaan kerätä ylempään järjestelmäänsä rajapinnoilta saatavissa olevat automaatiojärjestelmän tuottamat tiedot, jotka kokevat tarpeelliseksi. Myös päivitystaajuuden kukin voi valita omien tarpeidensa mukaan, protokollan mahdollistamissa rajoissa. Tarvittaessa kohdeyrityksen on mahdollista räätälöidä valmiiden tiedonkeruukäytännössä määriteltyjen tietojen lisäksi, tarpeelliseksi koettuja tietoja. Myös rajapintoja on mahdollista laajentaa asiakastarpeen mukaan.

Automaatiojärjestelmästä kerätyn tiedon hyödyntäminen ja jalostaminen on, luvun 3 tutkimuksen mukaan, yleensä hoidettu tuotantolaitoskohtaisesti joko tuotantolaitoksen tuotannonohjausjärjestelmässä ja/tai toiminnanohjausjärjestelmässä. Luvussa 3 tehdyn tutkimuksen perusteella yleisimmät käyttökohteet ovat tuotantomäärän ja tehokkuuden seuraaminen. Lisäksi laitekannan häiriöitä seurattiin yleisesti, yhtenä osana kokonaisuutta. Jatkossa myös kohdeyrityksen on mahdollista hyödyntää näitä samoja tapahtumalokitiedostoihin tallennettuja tietoja omien järjestelmiensä kehittämisessä sekä mahdollisesti kehittää jälkimarkkinointi palveluita perustuen kerättyihin tietoihin.

Kohdeyrityksen FTP-palvelimelle tallennettujen tietojen jatkojalostus hyödynnettäväksi informaatioksi tehtiin tämän työn puitteissa Excelissä. Tähän päädyttiin siksi, että perustason Excel osaamisella kerätyistä tiedoista on taulukkolaskentaominaisuuksia hyödyntämällä mahdollista jalostaa ja visualisoida tietoa nopeasti eri käyttötarkoituksiin. Kun kohdeyritykselle hyödylliset informaatiot ja visualisoinnit kuhunkin käyttötarkoitukseen on löydetty, voidaan Excel esimerkkien pohjalta tehdä selainpohjaisia mukautuvia käyttöliittymiä. Kehittyneempien ominaisuuksien hyödyntämistä varten tiedot on syytä siirtää tietokantaan. Pilotointivaiheessa kukin tapahtumaloki on yksitellen tuotu Excel työkirjaan ja sinne on rakennettu yksinkertaista analytiikkaa ja visualisointia. Kerätyistä tiedosta on esitetty kuvaajan avulla tuotantokapasiteetti aika-akselilla ja ympyrä kaaviolla toimintatilojen suhde. Vuorokausikohtaisesta tietomäärästä on mahdollisuus tehdä otanta aikarajauksella, jolloin päästään tarkastelemaan tiettyä aikajaksoa tarkemmin. Tapahtumalokin analysointia on tehty siten, että kerätyistä tiedoista on etsitty aikarajauksen sisällä esimerkiksi pysähdysten määrää ja laskettu mm. pysähdysten keskimääräistä kesto. Kuviossa 11 on esitetty yhteenvetonäkymä Excel:iin tehdystä työkirjasta, jossa on aikarajauksella esitetty tiedot vaihtelevasta tuotannosta. Kohdeyritykselle hyödyllisiä tietoja on automaatiojärjestelmän toiminnan taso, sekä erityisesti järjestelmän häiriöihin liittyvät tiedot, joita kerätyistä tiedoista on mahdollista etsiä ja analysoida. Tietokantaan siirretystä tiedosta voidaan hyödyntää päiväkohtaista otantaa laajempia kokonaisuuksia. Analytiikkaa laajentamalla on mahdollista tehdä pidemmälle vietyjä tulkintoja järjestelmän kunnosta sekä seurata ja raportoida toiminnantason muutoksia.



Kuvio 11: Yhteenvetonäkymä kerätyistä tiedosta

Luvun 3 tutkimuksen pohjalta yleisimmin käytetty informaatio oli automaatiojärjestelmästä laskettu OEE-laskentaan perustuva automaatiojärjestelmän kokonaistehokkuutta kuvaava arvo. Excel työkirjan yhteenvedonäkymään haluttiin laskea ja esittää myös tämä kokonaistehokkuutta kuvaava arvo. Arvo laskettiin jakamalla valitulla aikajaksolla valmistuneiden määrän automaatiojärjestelmän tavoite kapasiteetilla valmistuneiden tuotteiden määrällä. Tämä vastaa ISA-TR88.00.02:ssa laitevalmistajille esimerkkinä esitettyä tapaa tuottaa yksittäisen laitteen OEE arvo. Tämä laskutapa, jossa valmistuneita tuotteita verrataan aikajaksolla tavoite kapasiteetilla tuotettuun tuotemäärään, olettaa hukaksi koko tuotantomäärän, joka vajaan tuotantokapasiteetin seurauksena on jäänyt tuottamatta. [12]

4.7 Toteutuksen arviointi

Tiedonkeruukäytännön laadinta ja sen pohjalta tehty toteutus onnistui tälle työlle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tiedonkeruukäytännön laadinnassa hyödynnettiin luvun 3 tutkimuksen tuloksia ja työn toteutusosuudessa laadittiin tiedonkeruukäytäntöä vastaava toteutus. Toteutuksen aikana testattiin tiedonkeruukäytännön soveltuvuutta automaatiojärjestelmän tiedonkeruuseen laaditun käytännön mukaisesti todellisessa tuotantoympäristössä. Mahdollisia tulevaisuuden toteutuksia silmällä pitäen, testattiin kerättyjen tietojen tallennusta suoraa tietokantaan. Kuten edellä on mainittu, tietokantaan tallennusta tarvitaan joka tapauksessa kerättyjen tietojen pidempiaikaiseen ja järjestelmälliseen tallentamiseen sekä erityisesti tiedon käsittelyyn laajempina kokonaisuuksina. Toteutuksen kannalta olisi ollut mielekästä saada tiedot tallennettua suoraan automaatiojärjestelmän keskusyksiköstä tietokantaa, ilman erillisiä tapahtumalokitiedostoja ja lokitiedostojen siirtovaihetta. Nyt valittu tallennusmuoto antaa mahdollisuuden kerätä tietoja ilman verkkoysteitäkin. Suoraan tietokantaan tallennettaessa tarvitaan aina jatkuva verkkoyhteys. Vaikka lokitiedostoon tallennus vaatii manuaalista työtä ennen kuin tieto on hyödynnettävissä, on tiedostoon tallentamisella kuitenkin selkeitä edellä mainitut hyödyt. Tietojen välitallennuksesta ja siirrosta aiheutuvaa viivettä tiedon saatavuuteen ei kohdeyrityksen näkökulmasta nähty ongelmalliseksi. Asiakasyritykselle määritellyt tiedot ovat aina reaaliaikaisesti luettavissa valituilta rajapinnoilta ja näin ollen kohdeyrityksen valitsema tiedon tallennustapa ja tiedonsiirron aiheuttama viive ei vaikuta tiedon saatavuuteen tuotantolaitoksen sisällä.

Kohdeyrityksellä käytössä oleva ohjausjärjestelmä soveltui tiedonkeruukäytännön toteutukseen hyvin ja järjestelmä mahdollistaa myös kerättävien tietojen laajentamisen. Tiedonkeruukäytännön laadinnassa ei järjestelmän takia jouduttu tekemään kompromisseja, lukuun ottamatta suoraa tietokantaan kirjoitusta. Valittujen kolmen tiedonsiirtotavan lisäksi suora tietokantaan tallennus olisi tullut neljänneksi vaihtoehdoksi eikä sinällään olisi korvannut valittuja tiedonsiirtotapoja.

Kokonaisuutena tiedonkeruun toteuttaminen automaatiojärjestelmään on monitahoinen projekti. Järjestelmäkohtaisia räätälöintejä on oletettavissa kohdeyrityksen automaatioprojekteissa myös tulevaisuudessa. Luvun 3 tutkimuksessa esiin nousseet tarvittavat tiedot saadaan järjestelmästä kerättyä, tuotua rajapinnoille luettavaksi ja tallennettua. Laadittu tiedonkeruukäytäntö vastaa tämän päivän tarpeisiin ja on laajennettavissa tulevaisuuden lisääntyviin tiedonkeruun haasteisiin.

5. YHTEENVETO

Tiedonkeruu automaatiojärjestelmistä on teollisuusympäristöön laadituista standardeista huolimatta monitahoinen ja yleensä tarvitaan sovelluskohtaista räätälöintiä järjestelmästä riippumatta. Tässä työssä haastattelututkimuksen avulla etsittiin kohdeyrityksen asiakaskunnan käyttämää informaatiota, jonka pohjalta kohdeyritys voi ennakoita tiedonkeruutarvetta tulevaisuuden automaatiojärjestelmätoimituksissaan. Kohdeyritykselle tämän työ on merkityksellinen sekä asiakaspalvelunäkökulmasta että tuotekehitysnäkökulmasta. Asiakaspalvelunäkökulma otettiin tämän työn keskiöön ja tutkimuskohteeksi valittiin asiakkaiden informaatiotarve. Tutkimustulosten pohjalta toteutettiin tiedonkeruu automaatiojärjestelmätoimituksen yhteydessä. Sekä tutkimustulosten että pilottihankkeen pohjalta kohdeyritykselle laadittiin liitteen C mukainen tiedonkeruukäytäntö. Laadittua tiedonkeruukäytäntöä on mahdollista tulevaisuudessa soveltaa myös kohdeyrityksen tuotekehitystarpeisiin.

Tiedon oikeellisuuden varmistaminen on olennainen osa tiedonkeruujärjestelmän luotettavuuden kannalta. Ennen järjestelmän käyttöönottoa on varmistettava, että järjestelmä on huolellisesti testattu. Jos käyttöönotettu järjestelmä ei ole käyttöönotettaessa luotettava, niin luottamuksen palauttaminen vie yleensä sekä aikaa että ylimääräisiä resursseja. Kerätyn tiedon luotettavuuden varmistaminen mittausarvoja ristiin vertailemalla sekä järjestelmän eri osissa tapahtuneita mittauksia automaattisesti analysoimalla, koettiin mahdolliseksi lisätä laadullisen tiedonkeruun luotettavuutta.

Käynnistymässä olevan teollisuuden neljäs vallankumous vie teollisuutta kohti laajempaa integroitumista mahdollistaen tuotantojärjestelmien toimimisen autonomisesti tilausten mukaan. Tämän teollisuudesta alkaneen vallankumouksen myötä, on löydettävä universaalit ratkaisut välittää tietoa reaaliaikaisesti kaikkialle yhteiskunnassa, tietoturva säilyttään.

5.1 Työn tavoitteiden täyttyminen

Kohdeyrityksen toimeksiannon mukainen informaatiotarvetutkimus toteutettiin ja sen tulokset osoittivat yksiselitteisesti, että automaatiojärjestelmistä on tarve kerätä tietoa tuotannonohjauksen ja kunnossapidon tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa. Tutkimuksen tuloksista nähdään, mitä tietoja kohdeyrityksen tulisi tuoda asiakkailleen kerättäväksi. Samat asiakkaiden käyttämät informaatiot tulisi mahdollisuuksien mukaan esittää operointipaneleissa operaattoreille. Samoja järjestelmistä kerättyjä tietoja kohdeyritys voi itse hyödyntää toimittamiensa automaatiojärjestelmien analysoinnissa ja kehityksessä. Tutki-

muksen osalta tavoitteiden mukainen nykyhetken informaatiotarve löydettiin ja tutkimustuloksista saatiin esille myös haastateltavien näkemyksiä tulevaisuuden informaatiotarpeista.

Tiedonkeruun toteutuksen osalta tavoitteena oli vastata tutkimustuloksena saatavaan informaatiotarpeeseen käytännössä. Tutkimustuloksissa tarpeellisiksi määritellyt tiedot pystyttiin keräämään kohdeyrityksessä käytössä olevan ohjausjärjestelmän kautta. Tiedot tuotiin kerättäväksi määriteltyihin rajapintoihin, joista tiedot ovat asiakkaiden ja muiden tuotantolaitteiden luettavissa. Kohdeyritykselle laadittu tiedonkeruukäytäntö osoitettiin käytännön toteutuksessa toimivaksi ja määriteltyjen tavoitteiden mukaiseksi. Laadittu tiedonkeruukäytäntö antaa mahdollisuuden sekä lisätä kerättävien tietojen määrää että vaikuttaa tarvittaessa keräystaajuuteen.

5.2 Toimenpide-ehdotukset

Kohdeyrityksellä käytössä oleva automaatiojärjestelmän tilaa kuvaava malli vastaa tutkimuksessa tarvittavia tietoja. Tällä hetkellä malli ei täysin vastaa PackML standardin mukaista tilakonemäärittelyä. Tulevaisuuden järjestelmäintegroitua varten tilamallin kehittämistä olisi syytä harkita. PackML standardin tilakonemallin käyttöönotto mahdollistaisi standardin kokonaisvaltaisen hyödyntämisen myös tiedonkeruun ja kommunikointien näkökulmasta. PackML tilakoneen ja PackTag yhteensopivan järjestelmän integrointi muihin tuotantoympäristön laitteisiin ja järjestelmiin helpottuisi.

Tapahtumalokitietojen tietokantaan siirtäminen mahdollistaisi tallennettujen tietojen hyödyntämisen tietokantatyökaluja hyödyntäen. Tietojen hyödyntäminen kohdeyrityksen tuotekehityksessä edellyttää laajempien kokonaisuuksien hallintaa. Vaikka tämän työ luo hyvän pohjan aloittamalla laajamittaisen tiedonkeruun, tarvitaan tiedon hyödyntämiseksi järjestelmäkehitystä, jolla tiedot saadaan analysoitua ja muutettua hyödynnettävään informatiiviseen muotoon. Tietokantaperusteisena tietojen haku olisi mahdollista toteuttaa suoraan esim. verkkoselain käyttöliittymällä. Selainympäristöön on mahdollista luoda mm. käyttäjäpohjaisia mukautuvia käyttöliittymiä, joista kulloinkin tarvittava informaatio olisi jalostettu selkeään ja ymmärrettävään visuaaliseen esitysmuotoon. Käyttöliittymän rakentaminen myös asiakasrajapintaan saattaisi kiinnostaa loppuasiakkaita.

5.3 Jatkokehitys mahdollisuudet

Edellä mainittujen toimenpide-ehdotusten lisäksi nyt toteutettua tapahtumalokien keruuta on mahdollista jatkokehittää. Kehityskohteina tämän työn aikana on esiin noussut mm. erilaiset kamerapohjaiset sovellukset, joita yrityksessä on jo aikaisemmin tutkittu. Tutkimuksen kohteena oli tutkia videokuvaan perustuvan konenäkösovelluksen soveltumista pakkausprosessin automaattiseen laadunvalvontaan. [28]

Aiemmassa tutkimuksessa kamerayksikössä tehtävän reaaliaikaisen videoanalyysin lisäksi on mahdollista hyödyntää automaatiojärjestelmän omia signaaleja häiriötilanteiden tallentamisessa videolle, myöhempää analysointia varten. Häiriötilanteiden aktivoidessa tallennuksen todelliset tilanteesta tallennetut videot ovat helposti löydettävissä ja analysoitavissa ilman, että kaikkea videomateriaalia on käytävä läpi. Kun tallennettu video on linkitetty tapahtumalokin tietoihin, voidaan videon esitys integroida suoraan käyttöliittymään, kunkin tapahtuman yhteyteen.

Kerätyistä ja tietokantaan siirretyistä tiedosta on mahdollista luoda automaattisesti raportteja, joihin sisältyisi halutut tiedot, valituista järjestelmistä. Automaattisesti luodut kuukausiraportit voi sisältää esimerkiksi tietoa järjestelmän kunnosta, kunnan muutoksista ja tiedot lähestyvistä huollon tarpeista. Automaattisesti toteutettuna raportointi ei lisäisi työkuormaa ja se voitaisiin toteuttaa esimerkiksi päivittäin. Päivittäin tehty analysointi antaa mahdollisuuden nopeampaan reagointiin ja mahdollistaa paremman asiakaspalvelun.

Kunnonvalvontaan liittyvien tietojen kerääminen mahdollistaisi tuotekehityksen ohella palveluliiketoiminnan laajentamisen. Näiden tietojen kerääminen edellyttää tutkimusta, jossa selvitetään mitä tietoja on olennaista kerätä ja mitä niistä on mahdollista päätellä. Tämän työn tuloksena luotu tiedonkeruukäytäntö mahdollistaa laajempien tietomäärien keräämisen ja siirtämisen, joka antaisi jatkotutkimukselle aidosti mahdollisuuden perehtyä kunnonvalvontaan liittyviin mahdollisuuksiin. Jo nyt kerätyistä tiedoista voidaan tehdä päätelmiä järjestelmän kunnosta hälytysten, toimintatilojen ja käyttöaikojen pohjalta. Toimilaitenkohtaisten analyysien ja ennustusten tekemiseen vaaditaan tarkempaa ja laajempaa tietopohjaa.

LÄHTEET

- [1] ONLINE: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/tekoaly-paljasti-ajoissa-viallisen-elintarvikepakkauksen-miljoonien-eurojen-vahinko-valtettiin-6707590> [Viitattu 3.4.2018], .
- [2] ONLINE: <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/ict/tekoaly-on-kuin-teiniseksi-kaikki-puhuvat-siita-mutta-harva-on-paassyt-oikeasti-kokeilemaan-6705025>. [Viitattu 3.4.2018], .
- [3] ONLINE: <http://jomet.fi/jomet/blogi/>. [Viitattu 21.3.2018]
 , .
- [4] ONLINE: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf. [Viitattu 9.4.2018], .
- [5] ONLINE: https://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_eng.pdf. [Viitattu 9.4.2018], .
- [6] China Manufacturing 2025: Putting Industrial Policy Ahead of Market Forces, European Union Chamber of Commerce in China, 2017, .
- [7] ONLINE: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/The-Internet-of-things-Mapping-the-value-beyond-the-hype.ashx>. [Viitattu 9.4.2018], .
- [8] C. Hwaiyu Geng PE, THE INTERNET OF THINGS WORLD, in: Anonymous (ed.), Semiconductor Manufacturing Handbook, Second Edition, McGraw Hill Professional, Access Engineering, 2005, .
- [9] IEEE Standards Association, Internet of Things (IoT) Ecosystem Study, 2015, .
- [10] S. Lee, S.J. Nam, J. Lee, Real-time data acquisition system and HMI for MES, Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 26, Iss. 8, 2012, pp. 2381-2388. Available (accessed ID: Lee2012): <https://doi.org/10.1007/s12206-012-0615-0>.
- [11] C. Gifford, D. Daff, ISA-95 evolves to support smart manufacturing and IIoT, InTech, Vol. 64, Iss. 6, 2017, pp. 29. <https://www.isa.org/intech/20171203/>.
- [12] ISA, ISA-TR88.00.02.2008. Machine and Uni States: An Implementation Examples of ISA-88, 2008, .
- [13] OMAC, PackML unit/machine Implementation Guide, Part 1: PackML Interface State Manager, 2016, .

- [14] Järvenpää, E., Lanz, M., Toivonen, V., Tokola, H., Seilonen, I., Salonen, T., Puro, R., Nieminen, H, Tuottavuusloikka tuotannossa: Digitaalista tuotantoa MES:n avulla, MANU P5 LeanMES, FIMECC, 2016, .
- [15] Eeva Järvenpää, Minna Lanz, LeanMES: Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus suomalaisissa valmistavan teollisuuden yrityksissä Nykytila, haasteet ja tarpeet, 2014, .
- [16] ONLINE: <http://www.oefoundation.org/origin-of-oe/>. [Viitattu 12.4.2018], .
- [17] PSK Standardintyöryhmä ry, PSK 6201 Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät, 2011, .
- [18] M. Hoffmann, C. Büscher, T. Meisen, S. Jeschke, Continuous Integration of Field Level Production Data into Top-level Information Systems Using the OPC Interface Standard, Procedia CIRP, Vol. 41, 2016, pp. 496-501.
- [19] DIMECC Oy, MANU – Future Digital Manufacturing Technologies and Systems, 2016, .
- [20] Kivikunnas Sauli, Heilala Juhani, Tuotantosimuloinnin tietointegraatio, Standardikatsaus, VTT, 2011, .
- [21] Casting the wireless sensor net, in: Technology Review, MASS INST TECHNOL, CAMBRIDGE, 2003, pp. 50-56.
- [22] A.K.S. Jardine, D. Lin, D. Banjevic, A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance, Mechanical Systems and Signal Processing, Vol. 20, Iss. 7, 2006, pp. 1483-1510.
- [23] Linturi Risto, Kuusi Osmo, Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018-2037, Tulevaisuusvaliokunta, Helsinki, 2018, .
- [24] A. Ajmeri, Field wireless networks, INTECH, Vol. 60, Iss. 6, 2013, pp. 35. Available (accessed Source type: tradejournals; Object type: Article; Object type: Feature; Copyright: Copyright International Society of Automation Nov/Dec 2013; DOCID: 3155037181; PCID: 83857912; PMID: 28252; CODEN: INTCDD; ProvJournalCode: TECH; PublisherXID: INNTECH0008971289): <https://search-proquest-com.lib-proxy.tut.fi/docview/1467675820?accountid=27303>.
- [25] R. Valli, R. Valli, J. Aaltola, Ikkunoita tutkimusmetodeihin. 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu : virikkeitä aloittelevalla tutkijalla, 4. uud. ja täyd. p. ed. PS-kustannus, Jyväskylä, 2015, 270 sivua p.
- [26] J. Eskola, J. Suoranta, Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Vastapaino, Tampere, 1998, 268 sivua p.
- [27] Suomen Automaatioseura ry, Teollisuusautomaation tietoturva, 2010, .

[28] J. Kiiskinen, Virhetilanteiden havaitseminen pakkauskoneesta konenäöllä, 2015, Available: http://tut.summon.serialssolutions.com/2.0.0/link/0/eLvHCXMwY2AwNtlz0EUrE4wSk9JSk0wNDJOMzNM-MEg2MTVLMU02STM0T00wsDEzAt2BHGfIG-mHp5WUQitnWnAHMV6J6NZL2S0hI9YGCnAB2pDzl_QB9Y5gJrf3MLS31gq8DUnJmBFdRWMWVhYHV29Hb1AFYWJbCte-DKwk2QgccFaZJbiIEpLVOEwSYs-sygitSQzB-QT0EWeCh-mJZYmZJcWgwz2AvILE7OzE0mJgcy0VWE4nKoAYeYeXHN6Wk3N4iSiDvptri-LOHLtCqeIhr40EHNoMrItA2jXi4K-PBrjQWY2AB9utTJRgUkpJSLc1Sk1JSU-hItTJKSjRONUwwsTFKS0tJMDJMNLDmkGTSINVW-KeKXSDFzAOt8UNCxqaCTDwFJSVJoqCw4qAK6ZgvM.

LIITE A: TUTKIMUKSEN SAATE

1



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SAATE

Kyselytutkimus

Olen tekemässä diplomi-insinööri opintoihini littyvää lopputyötä toimeksiantona Jomet Oy:lle otsikolla: Automaatiojärjestelmän tiedonkeruun toteutus perustuen tarvittavaan informaatioon. Lopputyön tavoite on määrittää Jometille tiedonkeruukäytäntö, joka määrittää mitä tietoja Jometin valmistamista automaatiojärjestelmistä kerätään. Kyselytutkimuksen avulla selvitetään Jometin asiakkailta mitä informaatiota heillä nykyään hyödynnetään tuotannon ja kunnossapidon seurannassa ja tehostamisessa. Tämän lisäksi pyritään löytämään tulevaisuuden informaatiotarpeet sekä laatuvaatimukset informaatiolle.

Kyselyn tuloksena hyödylliseksi katsotun informaation taustalta haetaan olennaiset kerättävissä olevat tiedot, joista varsinainen hyödyllinen informaatio on mahdollista tuottaa. Lisäksi määritetään oletuskäytännöt kerätä ja varastoida nämä tiedot. Kerättävän tiedon pohjalta Jomet Oy kehittää toimittamiensa järjestelmien luotettavuutta ja käytettävyyttä, sekä etsii uusia tapoja palvella asiakkaitaan koko elinkaaren ajan.

Lopputyö tullaan tallentamaan voimassaolevan käytännön mukaan oppilaitoksen kirjastoon sähköisenä. Sähköiseen materiaaliin on kaikilla vapaa pääsy, eli lopputyö tulee olemaan julkinen. Työssä ei kuitenkaan käsitellä kyselyyn osallistuneiden henkilöiden eikä heidän edustamiensa yritysten nimiä. Vastaukset käsitellään kokonaisuuksina joista yksittäisiä vastauksia ei voi tunnistaa.

Jomet Oy on esittänyt teitä osallistumaan tähän tutkimukseen aiheeseen littyvän kokemuksenne, ammattitaitonne ja asemanne puolesta. Haluan kiittää halukkuudestanne osallistua tähän kyselyyn.

Yhteistyöterveisin,
Timo Tortinmäki

LIITE B: TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuskysymykset:

Tämän hetken tilanne yrityksessänne:

- 1 Mitä tuotannon- ja kunnossapidon seurannan mittareita on käytössä?
- 2 Mihin näiden mittareiden tuottamaa informaatiota käytetään?
- 3 Mihin näistä mittareista tietoa kerätään automaattisesti?
- 4 Onko käytössä "reaaliaikaisia" seurannan mittareita?
- 5 Kerätäänkö häiriöiden syitä? Automaattisesti?
- 6 Liittyykö automaattiseen keruuseen käyttäjien toimenpiteitä, esim. tarkentavia kommentteja häiriöistä?
- 7 Käytetäänkö investoinnin kannattavuuden seurannassa järjestelmästä kerättyä elinkaarenaikaista informaatiota?
- 8 Onko laitetoimittajilla etäyhteyksiä käytössä?
- 9 Mitä tiedossa olevia puutteita/rajoitteita on tämän hetken tiedonkeruussa?

Miten tiedonkeruu on toteutettu?

- 10 Millainen on tiedonkeruu järjestelmänne rakenne?
- 11 Onko tiedonkeruu yhdistetty laitetoimittajan tarjoamaan tietoon?
- 12 Onko laadun valvonta, esim tarkistusvaaka, konenäkö etc. suoraan yhteydessä ylempään järjestelmään?
- 13 Mihin tieto on tallennettu?
- 14 Onko kerätty tieto analysoitu ja visualisoitu automaattisesti?
- 15 Keiden käytettävissä kerätty tieto ja informaatio on?
- 16 Miten suhtaudutaan laitteesta kerätyn tiedon jakamiseen toimittajan käyttöön?

Kehityssuunnitelmat tiedonkeruun suhteen

- 17 Onko ollut tarvetta informaatiolle joka olisi kerättävissä/tuotettavissa, mutta jota ei ole vielä otettu käyttöön?
- 18 Onko suunnitelmia laajentaa automaattista tiedonkeruuta tai automaattista tiedon analysointia ja raportointia?
- 19 Millaisena näette ideaalisen tuotanto- ja kunnossapitoinformaation 5 vuoden päästä?
- 20 Millaista informaatiota toivotte automaatiojärjestelmätoimittajan tuottavan tulevaisuudessa ja missä muodossa?

LIITE C: TIEDONKERUUKÄYTÄNTÖ



Tiedonkeruukäytäntö

Sivu 1 / 4

1.4.2018

Käsittelijä Timo Tortinmäki

Versio 1.0

Tarkoitus

Tiedonkeruukäytäntö on laadittu määrittelyksi jokaiseen Jomet Oy:ssä valmistuvaan automaatiojärjestelmään tai laitteeseen sisällytettävälle tiedon keräämiselle, jakamiselle ja tallentamiselle.

Tietojen välittäminen keskusyksikön ulkopuolelle on määriteltä tapahtuvaksi sekä IO- että OPC UA-rajapintojen kautta. Kullekin rajapintaan luettavaksi tuodulle tiedolle on alla annettu määrittelyt jotka ovat järjestelmästä riippumatta yhteneväiset kaikille Jomet Oy:n valmistamille järjestelmille. Tämän lisäksi on mahdollista tehdä järjestelmäkohtaisia täydennyksiä. Tietojen tuominen rajapintaan ja tietojen määrittelyllä on tarkoitus palvella asiakasyrityksiä.

Järjestelmän tapahtumista kerätään tapahtumalokia, joka tallennetaan keskusyksikön SD-muistikortille. Tallennetut tiedot siirretään projektikohtaisen määrittelyn mukaan palvelimelle.

Tätä versiota sovelletaan Omron NJ-sarjan keskusyksiköillä varustetuille järjestelmille.

Toimintatapa

Tapahtuma:

Kun valvottavien tietojen tilassa tapahtuu muutos, tilamuutos, laskuriarvon muutos jne. luodaan tapahtuma (Event). Tapahtumille on oma laskuri joka identifioi jokaisen elinkaaren aikaisen tapahtuman.

Rajapintojen päivitys:

Jokaisen tapahtuma havainnon jälkeen sekä IO- että OPC UA-rajapintojen tiedot päivitetään.

Tapahtumaloki:

Jokaisen tapahtumahavainnon jälkeen kaikkien valvottavien tietojen tilat tallennetaan tapahtumalokiin omaksi riviksi. Kukin tapahtuma aika leimataan. Tapahtumaloki tallennetaan keskusyksikön SD-muistikortille.

Jomet Oy | Aukeentie 8 | PL 27 | 30101 Forssa Finland

Tel. +358 10 404 6200 | Fax. +358 3 422 5706 | e-mail: jomet@jomet.fi | www.jomet.fi

Kotipaikka/Domicile: Forssa | Kmro/Trade reg: 247.759 | Ly-tunnus/VAT: FI0469852-2



Tiedonkeruukäytäntö

1.4.2018

Käsittelijä Timo Tortinmäki

Sivu 2 / 4

Versio 1.0

Käsiteltävät tiedot

Koneen tila:	Laitteen tila tieto, esim AUTO, STOP, HOMING, EMPTYING
Sisään tuleva tuotevirta:	Laskuri tieto, joka mahdollisimman hyvin kuvaa tuotevirtaa, mieluiten tieto joka saadaan ennen ohiajoporttia tms. Laskentaan ei mukaan esin tyhjennyksen pulssitukset. Kokonaislaskuri, ei nollata.
Poistuva tuotevirta:	Laskuri tieto, joka kuvaa laitteesta poistuvaa tuotevirtaa. Kokonaislaskuri, ei nollata.
Valmis vastaanottamaan tuotteita:	ON/OFF
Seuraava järjestelmä valmis vastaanottamaan:	ON/OFF
Hälytys aktiivinen:	ON/OFF
Varoitus aktiivinen:	ON/OFF
Aktiiviset häly numerot:	Lista aktiivisista hälytyksistä

Kommunikointi rajapinnat

IO-rajapinta:

AUTO State:	Potentiaalivapaa rele lähtö, päällä kun laite AUTO -tilassa
ALARM Active:	Potentiaalivapaa rele lähtö, päällä kun häiriö aktiivinen
Poistuva tuote:	Potentiaalivapaa rele lähtö, 0,5sek. pulssi kun tuote poistuu laitteelta
Valmis vast. ottamaan:	Potentiaalivapaa rele lähtö, päällä kun tuotteita voidaan syöttää laitteelle

OPC UA-rajapinta:

Koneen tila:	Laitteen tila, AUTO, STOP, jne.
Häiriö aktiivinen:	TRUE/FALSE
Varoitus aktiivinen:	TRUE/FALSE
Aktiiviset ilmoitukset:	Lista koodeista erotettuna " , "
Sisään tuleva tuotevirta:	Laskuri arvo
Poistuva tuotevirta:	Laskuri arvo
Valmis vast. ottamaan:	TRUE/FALSE

Jomet Oy | Aukeentie 8 | PL 27 | 30101 Forssa Finland

Tel. +358 10 404 6200 | Fax. +358 3 422 5706 | e-mail: jomet@jomet.fi | www.jomet.fi

Kotipaikka/Domicile: Forssa | Kmro/Trade reg: 247.759 | Ly-tunnus/VAT: FI0469852-2



Tiedonkeruukäytäntö

Sivu 3 / 4

1.4.2018

Käsittelijä Timo Tortinmäki

Versio 1.0

Tapahtumaloki

Muoto:	Tapahtumaloki tallennetaan CSV-muodossa, erottimeksi ";"
Tiedoston nimi:	Tiedosto nimitään valmistusnumerolla ja ajalla, XXXX_YYYY_MM_DD_HH_MM_SS.CSV Valmistusnumero: XXXX Aika: YYYY_MM_DD_HH_MM_SS
Otsikot:	Tiedoston ensimmäinen rivi toimii otsikkona. Otsikkona toimii kerättävät tiedot.
Lokin keruu jakso:	Yhteen tiedostoon tallennetaan kerrallaan yhden vuorokauden tiedot. Vuorokauden vaihtuessa tiedosto suljetaan ja avataan uusi tiedosto uudella nimellä. Voidaan käyttää myös lyhempiä jaksoja.

Yhteydenmääritys tapahtumaloki siirtoon

Siirtotapa:	
Manuaalinen siirto	Lokitiedostot siirretään manuaalisesti muistikortilta palvelimelle.
Puoliautomaattinen	Käyttäjä kytkee yhteyden ja aktivoi FTP-siirron.
Automaattinen	Keskusyksikkö lähettää loki tiedostot automaattisesti ajastuksen mukaan.

Ensisijaisesti käytetään automaattista siirtotapaa.

Yhteys:

Tosibox-VPN	Päätelaite konfiguroidaan yhdistämään järjestelmä ja FTP-palvelin.
Muu yhteystapa	Määritellään tapauskohtaisesti.

IP-osoitteet:

Tosibox	IP-osoitteet valitaan ja merkataan käytetyksi erillisestä taulukosta.
---------	---

Määrittelyt

Status:	Järjestelmän tila; AUTO, STOP, HOMING, EMPTYING.
Hälytys:	Välityön vaikutus järjestelmän toimintaa, vaatii käyttäjän toimenpiteitä.
Varoitus:	Ilmoitus käyttäjälle esim. materiaali puute. Ei välitöntä vaikutusta tuotannon jatkumiseen.
Valmis vastaanottamaan tuotteita:	Edeltävälle järjestelmälle lupa syöttää yksiköitä.
Tuleva tuotevirta:	Järjestelmään syötettyjen yksiköiden laskenta, mahdollisimman hyvin kokonaistulovirtaa kuvaava.
Lähtevä tuotevirta:	Järjestelmästä poistuvien yksiköiden laskenta.

Jomet Oy | Aukeentie 8 | PL 27 | 30101 Forssa Finland

Tel. +358 10 404 6200 | Fax. +358 3 422 5706 | e-mail: jomet@jomet.fi | www.jomet.fi

Kotipaikka/Domicile: Forssa | Kmro/Trade reg: 247.759 | Ly-tunnus/VAT: FI0469852-2



Tiedonkeruukäytäntö

1.4.2018

Käsittelijä Timo Tortinmäki

Sivu 4 / 4

Versio 1.0

Muutokset:

Versio 0.1 Julkaistu 1.3.2018
Alkuperäinen määrittely ennen katselmusta

Versio 1.0 Julkaistu 1.4.2018
Ensimmäinen sovellettava versio